



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

**POSOUZENÍ SNÍŽENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT BYTOVÉHO
DOMU**

ASSESSMENT REDUCED HEAT LOSS OF AN APARTMENT HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Nikola Šimková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Marek Baláš, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Energetický ústav
Studentka: **Nikola Šimková**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **doc. Ing. Marek Baláš, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Posouzení snížení tepelných ztrát bytového domu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Náklady na elektrickou energii a vytápění jsou základními výdaji každé domácnosti, proto se vyplatí hledat možné úspory, které by se pozitivně projevíly při ekonomické bilanci. Ne všechna opatření ale jsou z dlouhodobého hlediska výhodné, jak se na první pohled zdá.

V rámci realizace bakalářské práce bude provedeno posouzení opatření provedených na bytovém domě. Bude proveden výpočet tepelných ztrát původního stavu domu a po opravách a vyhodnocení snížení nákladů na energie potřebné pro vytápění domů.

Cíle bakalářské práce:

- tvorba přehledu možných opatření vedoucích ke snížení energetické náročnosti
- výpočet tepelných ztrát bytového domu v původním i rekonstruovaném stavu
- ekonomické vyhodnocení provedené rekonstrukce

Seznam doporučené literatury:

BALÁŠ, Marek. Kotle a výměníky tepla. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4770-7.

HUMM, Othmar. Nízkoenergetické domy. Praha: Grada, 1999. Stavitel. ISBN 80-716-9657-9.

MALAŤÁK, Jan a Petr VACULÍK. Biomasa pro výrobu energie. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. ISBN 978-80-213-1810-6.

QUASCHNING, Volker. Obnovitelné zdroje energií. Praha: Grada, 2010. Stavitel. ISBN 978-80-2-7-3250-3.

BROŽ, Karel. Vytápění. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-010-2536-5.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

Abstrakt

Stúpajúca tendencia vývoja cien energií vyúsťuje do hľadania možností na zníženie jej potreby. Bakalárska práca sa zaoberá posúdením zníženia tepelných strát bytového domu. V úvode pojednáva o faktoroch vplyvujúcich na spotrebu energie pri vykurovaní. Uvažuje o tepelných stratách obytnej budovy a možných opatreniach na ich minimalizovanie, ktoré vedú k zníženiu energetickej náročnosti budovy. Venuje sa výpočtu tepelných strát, ktorý bol vykonaný na konkrétnom bytovom dome pred a po zrealizovaní opatrení na zníženie tepelných strát. Následne sú tieto dva stavy navzájom porovnané a vyhodnotené. Výsledkom je zhodnotenie výhody rekonštrukcie.

Kľúčové slová

Tepelná strata, bytový dom, zateplenie, spotreba energie na vykurovanie

Abstract

The rising trend in energy prices has led to the search for options to reduce its need. The bachelor thesis deals with the assessment of the heat loss reduction for an apartment building. In the introduction, it deals with factors affecting the energy consumption for heating. It reviews the heat loss of a building and possibilities to minimize it, which leads to an energy performance reduction. Subsequently, it deals with the calculation procedure of the design heat loss for the model apartment building before and after the implementation of measures to reduce heat losses. In the end these two states are compared and evaluated with each other. The result is an assessment of the reconstruction benefits.

Key words

Heat loss, apartment building, thermal insulation, energy consumption for heating

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

ŠIMKOVÁ, Nikola. Posouzení snížení tepelných ztrát bytového domu. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116629>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav. Vedoucí práce Marek Baláš.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému „*Posouzení snížení tepelných ztrát bytového domu*“, vypracovala samostatne s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených v zozname, ktorý tvorí prílohu tejto práce.

V Brne 24. mája 2019

.....
Dátum

.....
Nikola Šimková

POĎAKOVANIE

Týmto by som chcela poďakovať vedúcemu bakalárskej práce doc. Ing. Marek Baláš, Ph.D. za jeho vedenie a cenné rady pri jej vypracovaní a Ing. Pavol Šimko, Ph.D. za poskytnutú dokumentáciu k modelovému bytovému domu a cenné konzultácie.

Obsah

Úvod	9
1. Spotreba energie na vykurovanie	10
1.1. Požiadavky na tepelnú pohodu	10
1.2. Klimatické podmienky	12
1.3. Tepelno-technické požiadavky	12
1.4. Geometrické a dispozičné riešenie	13
2. Tepelné straty	14
2.1. Tepelné straty bytového domu	14
2.2. Znižovanie tepelných strát	15
2.2.1. Tepelná ochrana vonkajších stenových konštrukcií	15
2.2.1.1. Zateplňovacie materiály	17
2.2.2. Výmena vonkajších otvorových konštrukcií	18
2.2.3. Vykurovanie	19
3. Výpočet tepelných strát	20
3.1. Tepelná strata miestnosti prestupom tepla	20
3.2. Tepelná strata vetraním miestnosti	21
3.3. Celková tepelná strata miestnosti	22
4. Riešenie pôvodného bytového domu	24
4.1. Parametre prostredia	25
4.2. Špecifikácia stavebných konštrukcií	26
4.3. Výpočet tepelných strát pôvodného bytového domu	28
4.3.1. Vzorový výpočet tepelnej straty miestnosti	30
5. Riešenie súčasného bytového domu	33
5.1. Výpočet tepelných strát súčasného bytového domu	35
6. Posúdenie zníženia energetickej náročnosti	37
6.1. Náklady na vykurovanie	38
6.2. Náklady na zateplenie	38
6.3. Doba návratnosti investície	39
Záver	40
Zoznam použitých zdrojov	41

Úvod

Žijeme v období, ktoré je charakterizované vyčerpávaním zdrojov fosílnych palív a veľkým rastom cien všetkých druhov energií. V priemyselne vyspelých štátoch sa z dodanej energie do budov spotrebuje na vykurovanie 30 až 50 %. Z celkovej privedenej tepelnej energie však časť energie „uniká“ cez stavebné konštrukcie, otvorové konštrukcie, vetraním či činnosťou obyvateľov budov. S cieľom znížiť spotrebu energie na vykurovanie je treba vytvoriť predpoklady pre jej úsporné i optimálne využitie a to nie len vhodným stavebným riešením budovy, ale aj návrhom úsporných systémov vykurovania a vzduchotechniky. Z tohto faktu treba vyvodíť dôsledky pri plánovaní a výstavbe budov či pri ich dodatočnej rekonštrukcii. Cieľom sú také budovy, v ktorých je zabezpečená optimálna vnútorná klíma s minimálnymi nárokmi na spotrebu energie a materiálov.

Pre nedostatočnú tepelnú ochranu budov obyvatelia ročne prichádzajú o nemalé peniaze. Je preto na mieste investovať do rozumného zateplenia. Samotný štát napokon tiež podporuje výhodnými úvermi projekty na zateplovanie existujúcich budov. Zlepšenie energetickej efektívnosti je významné, pretože prináša značné a rýchle úspory energie. Tie sa dajú dosiahnuť znížením tepelných strát budovy, dodatočným zaizolovaním obvodových stien budovy, stropu najvyššieho podlažia, podlahy nad nevykurovaným suterénom, obmedzením strát vetraním, utesnením spár v oknách a dverách alebo ich výmenou či skvalitnením vykurovacieho zariadenia.

Uvedeným skutočnostiam sa venuje táto bakalárska práca. Na konkrétnom bytovom dome bude vykonané posúdenie zníženia tepelných strát rekonštrukciou.

1. Spotreba energie na vykurovanie

Na Slovensku sú také klimatické podmienky, ktoré vyžadujú vykurovať budovy 202 až 253 dní ročne (Príloha A). Dodávku tepla na vykurovanie podrobne opisuje Vyhláška Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky o určenom čase a o určenej kvalite dodávky tepla pre konečného spotrebiteľa. „*Určený čas dodávky tepla na vykurovanie sa začína spravidla 1. septembra príslušného kalendárneho roka a končí sa 31. mája nasledujúceho kalendárneho roka.*“

Teplota na vykurovanie začne dodávateľ tepla dodávať, ak:

a) vonkajšia priemerná denná teplota vzduchu vo vykurovacom období klesne počas dvoch za sebou nasledujúcich dní pod 13 °C a podľa predpovede vývoja počasia nemožno očakávať zvýšenie vonkajšej priemernej dennej teploty v nasledujúcom dni nad túto hodnotu,

b) vonkajšia priemerná denná teplota, ktorá tvorí štvrtinu súčtu vonkajších teplôt meraných o 7.00 h, o 14.00 h a o 21.00 h v tieni s vylúčením vplyvu sálania okolitých stien bytových domov, pričom teplota meraná o 21.00 h sa započítava dvakrát, nie je vyššia ako 13 °C.“ [1]

Klimatické podmienky nemožno zmeniť, preto je potreba navrhnuť a prispôbiť budovu tak, aby sa ich vplyv na spotrebu energie čo najviac znížil.

Faktory ovplyvňujúce spotrebu energie pri vykurovaní:

- požiadavky na tepelnú pohodu,
- klimatické podmienky,
- tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií budovy,
- geometrické a dispozičné riešenie budovy,
- účinnosť vykurovacieho systému a regulácie.

1.1. Požiadavky na tepelnú pohodu

Tepelná pohoda sa definuje ako pocit spokojnosti s tepelným stavom prostredia, čiže udržanie telesnej teploty medzi 36,6 až 36,9 °C. Základným predpokladom tepelnej pohody človeka je tepelná rovnováha medzi telesnou teplotou a teplotou okolitého prostredia. To znamená, že tepelnú rovnováhu môžeme definovať ako teplotný stav okolitého prostredia, ktoré dokáže odobrať z ľudského tela práve toľko tepelnej energie, koľko ho telo dokáže vyprodukovať [2].

Tab. 1.1.1 Produkcia tepla ľudským telom pri rôznych činnostiach¹ [3]

Činnosť	Výroba tepla [W]
Dokonalý kl'ud (hlboký spánok)	80
Sedenie	90 až 95
Čítanie potichu, v sede, bez opory	115
Čítanie nahlas, v sede, opretý o stôl	120 až 125

¹ Údaje platia za predpokladu, že rýchlosť prúdenia vzduchu je menšia než 0,15 m.s⁻¹ a človek sa „mokro“ nepotí. Sú vzťahované na človeka vysokého 175 cm a s plochou povrchu tela 1,9 m².

Veľmi ľahká práca – práca v sede alebo v stoji, bez prekonávania väčších odporov	140
Ľahká práca – práca v sede alebo v stoji, spojená s prekonávaním menších odporov	140 až 200
Stredne ťažká práca – práca v stoji alebo v pohybe, spojená s prekonávaním stredne veľkých odporov	200 až 255
Ťažká práca – práca v stoji alebo v pohybe, spojená s prekonávaním veľkých odporov	255 až 315

Ľudské telo je ochladzované vedením, prúdením, sálaním a okrem toho ešte dýchaním a vyparovaním potu. Rozmedzie, v ktorom sa človek cíti najlepšie, sa nazýva pohoda. Je charakterizovaná objektívnymi aj subjektívnymi faktormi.

Objektívne faktory [2]:

- teplota okolitého vzduchu,
- teplota na povrchu stavebných konštrukcií,
- relatívna vlhkosť okolitého vzduchu,
- rýchlosť prúdenia okolitého vzduchu.

Tab. 1.1.2 Hodnoty veličín k zabezpečeniu tepelnej rovnováhy človeka v zimnom období [3]

Druh budovy		Teplota vzduchu $t_i [^{\circ}C]$	Súčtová teplota $t_m [^{\circ}C]$	Relatívna vlhkosť vzduchu $\varphi [\%]$	Rýchlosť prúdenia vzduchu $v [m \cdot s^{-1}]$
Obytné a občianske		20	38	40 až 60	< 0,1
Výrobný druh práce	veľmi ľahká	18 až 20	36	50 až 60	< 0,15 (< 0,2)
	ľahká	16 až 18	32 až 36	50 až 60	
	stredne ťažká	14 až 16	26 až 32	50	
	ťažká	12 až 14	20 až 26	45	

Súčtovou teplotou t_m sa rozumie súčet teploty okolitého vzduchu t_i a priemernej teploty vnútorných plôch stavebných konštrukcií tvoriacich miestnosť t_p :

$$t_m = t_i + t_p [^{\circ}C] \quad (1.1.1)$$

kde t_p :

$$t_p = \frac{t_{p1}S_1 + t_{p2}S_2 + \dots + t_{pn}S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} [^{\circ}C] \quad (1.1.2)$$

$t_{p1}, t_{p2}, \dots, t_{pn} [^{\circ}C]$ sú teploty na vnútornom povrchu jednotlivých stavebných konštrukcií o ploche $S_1, S_2, \dots, S_n [m^2]$ a n je počet stavebných konštrukcií [3].

Subjektívne faktory [4]:

- Merný tepelný tok vplyvom metabolizmu,
- Tepelnoizolačné vlastnosti oblečenia.

1.2. Klimatické podmienky

Klimatické podmienky nemožno zmeniť, preto je potreba navrhnuť a prispôbiť budovu tak, aby sa ich vplyv na spotrebu energie čo najviac znížil. Je najvýhodnejšie umiestniť budovu na južnom svahu, neumiestňovať budovy do údolí ani na vrcholky kopcov, chrániť budovy proti zimným vetrom, napr. situovaním, výsadbou stromov [3].

Klimatické podmienky majú vplyv na výpočet tepelných strát, preto je dôležité vedieť v akej krajine a s akými vetrami sa stavba, ktorej tepelné straty počítame, nachádza, poznať vonkajšiu výpočtovú a priemernú teplotu, počet vykurovacích dní. Tieto údaje sú pre vybrané mestá uvedené v Prílohe A.

Predchádzajúce faktory a ich vplyv na tepelné straty sú bližšie vysvetlené v kapitole 3.

1.3. Tepelno-technické požiadavky

Základne veličiny, ktoré popisujú tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií sú tepelný odpor, súčiniteľ prestupu tepla a súčiniteľ tepelnej vodivosti. Minimálne požiadavky na tepelné vlastnosti stavebných konštrukcií bližšie predpisuje príslušná norma.

Tepelný odpor R je závislý od hrúbky a druhu materiálu. Konštrukcia je lepším izolátorom, čím je vyšší tepelný odpor a tým menej tepelnej energie „uniká“ stavebnou konštrukciou [5]. Tepelný odpor určíme podľa nasledujúcej rovnice:

$$R = \frac{d}{\lambda} [m^2K/W] \quad (1.3.1)$$

kde: $R [m^2K/W]$ tepelný odpor
 $d [m]$ hrúbka materiálu
 $\lambda [W/mK]$ súčiniteľ tepelnej vodivosti

Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ je fyzikálna vlastnosť každej látky, pričom nezávisí od jej hrúbky. Hovorí, že ak preteká tepelný tok látkou s hrúbkou $1 m$ a teplotný gradient je $1 K$, prejde vrstvou taký tepelný tok² $q [W/m^2]$, aká je hodnota λ . Čím menšiu tepelnú vodivosť látka má, tým kladie väčší odpor pri tepelnom toku z jednej strany na druhú a tým má materiál lepšie tepelnoizolačné vlastnosti [5].

² Pozn. tepelný tok je vektorová veličina definovaná ako teplo prechádzajúce určitou plochou.

Súčiniteľ prestupu tepla U je základným parametrom vyhodnocovania tepelnej izolácie. Určuje množstvo tepelnej energie schopného „uniknúť“ cez danú látku. Čím je nižší súčiniteľ U , tým je konštrukcia teplejšia [5]. Súčiniteľ prestupu tepla určíme podľa nasledujúcej rovnice:

$$U = \frac{1}{R} [W/(m^2K)] \quad (1.3.2)$$

kde: $U [W/(m^2K)]$ súčiniteľ prestupu tepla
 $R [m^2K/W]$ tepelný odpor

Teplota vnútorného povrchu konštrukcie je tým vyššia, čím nižšia je hodnota súčiniteľa prestupu tepla a čím vyššia je teplota vonkajšieho vzduchu. K zabezpečeniu teploty vnútorného povrchu stavebných konštrukcií nad rosným bodom je nutné navrhovať stavebné konštrukcie tak, aby mali čo najmenšiu hodnotu súčiniteľa prestupu tepla.

1.4. Geometrické a dispozičné riešenie

Dispozíciu budovy treba riešiť tak, aby miestnosti, v ktorých sa zdržiavame cez deň boli orientované na juh a miestnosti, v ktorých sa zdržiavame v noci boli orientované na sever. Obstavaný priestor budovy by mal mať čo najmenšiu plochu vonkajšieho plášťa, čomu vyhovuje guľa, potom menej kocka a potom budova s obdĺžnikovým pôdorysom s jednoduchými líniami, bez výklenkov [3].

Dispozícia má vplyv na výpočet tepelných strát budovy. Je zohľadnená pri výpočte tepelných strát prestupom tepla v prirážke p_3 , ktorá je bližšie vysvetlená v kapitole 3.1.

V kapitole boli nastolené základné faktory ovplyvňujúce spotrebu tepla pri vykurovaní, z ktorých sa bude vychádzať pri uvažovaní možností zníženia tepelných strát s ohľadom na zachovanie tepelnej pohody obyvateľov budovy.

2. Tepelné straty

Aby sme zaistili požadovaný tepelný stav vnútorného prostredia v zimnom období je za potreby priviesť do budovy tepelnú energiu. V dôsledku rozdielnych tepelných stavov vonku a vnútri dochádza k tepelnému toku. Táto tepelná energia sa nazýva tepelná strata [5].

Teplo sa šíri vedením, prúdením alebo sálaním. Najčastejšie však všetkými tromi spôsobmi súčasne.

Šírenie tepla vedením (kondukcia) nastáva pri prenose energie od viac energetických k menej energetickým časticiam. Energia prúdi z miest s vyššou teplotou do miest s nižšou teplotou, ak teda existuje v danej látke tepelný spád (teplotný gradient) [5].

Šírenie tepla prúdením (konvekcia) je mechanizmus, kedy sa (najčastejšie) medzi povrchom telesa a tekutinou prenáša tepelný tok. Môže byť nútená, prirodzená a kombinovaná. V poslednom prípade je nútená konvekcia sprevádzaná prirodzenou (tá zväčša býva zanedbávaná) [5].

Šírenie tepla sálaním (žiarenie, resp. radiácia) nastáva z každého povrchu, ktorého teplota je vyššia ako 0 K . Na rozdiel od kondukcie a konvekcie prebieha aj v absolútnom vákuu [5].

2.1. Tepelné straty bytového domu

Rozdelenie tepelných strát budovy vidieť na Obr. 2.1.1. Tepelné straty bytového domu vznikajú prechodom tepla stavebnými prvkami a konštrukciami ako sú strechy, stropy, steny, okná a dvere, podlaha či nevykurované miestnosti. Tepelné straty stenami činia 30 až 40 %, oknami 40 až 50 %, strechou „uniká“ 5 až 8 %, do pivníc 4 až 6 % tepla.



Obr. 2.1.1 Podiel možných tepelných strát v prípade panelového domu [6]

Na tepelných stratách okien sa okrem prestupu tepla podieľa aj vetranie. Podiel tepelných strát spôsobených vetraním je závislý na kvalite a tesnosti otvorových výplní a tepelno-technických vlastnostiach ochladzovaných konštrukcií. Percentuálny podiel tepelnej straty prechodom tepla a vetraním je asi 70:30 [6].

Tepelné straty budovy závisia prakticky od troch stavebných faktorov:

- tepelnej ochrany vonkajších stenových konštrukcií,

- tvaru budovy,
- infiltrácie vzduchu škárami a prievzdušnosťou vonkajších konštrukcií.

2.2. Znižovanie tepelných strát

Pri hľadaní návrhov na úsporu energie pri vykurovaní treba brať zreteľ na to, aby tieto zmeny neznižovali kvalitu životných podmienok.

K najdôležitejším prostriedkom racionalizácie spotreby tepelnej energie na vykurovanie patrí zlepšovanie tepelno-technických vlastností stavebných konštrukcií či už u stien alebo okien, vrátane vyplnenia a utesnenia okenných spár, ale aj spojitosť s geometrickým a dispozičným riešením budovy, s vplyvom tepelného stavu vnútorného aj vonkajšieho prostredia, ale aj zvyšovanie tepelných účinností zariadení určených na vykurovanie. V konečnom dôsledku však najviac závisí na používateľovi budovy.

Znížiť tepelné straty pri vykurovaní budov je možné, ak sa vplyv činiteľov upraví. V prípade už existujúcej budovy sa obmedzíme na dodatočnú zmenu tepelno-technických vlastností stavebných konštrukcií, ktorá dáva okamžitý efekt v znížení spotreby a tým aj prevádzkových nákladov. Možností izolácie budov je niekoľko, treba však zvážiť podmienky objektu a sústrediť sa na miesta s najvyššími tepelnými stratami.

2.2.1. Tepelná ochrana vonkajších stenových konštrukcií

Zateplením sa rozumie dodatočné umiestnenie tepelnej izolácie na obalové konštrukcie budovy s cieľom zlepšiť tepelno-technické vlastnosti budovy. Zateplením stien dôjde k zvýšeniu povrchovej teploty (ako je vidieť na Obr. 2.2.1.1) a tým sa zlepšuje tepelná pohoda (v zateplenej miestnosti je možné udržiavať nižšiu teplotu vzduchu bez pociťovania chladu). To vedie k zníženiu tepelnej energie potrebnej na vykurovanie.

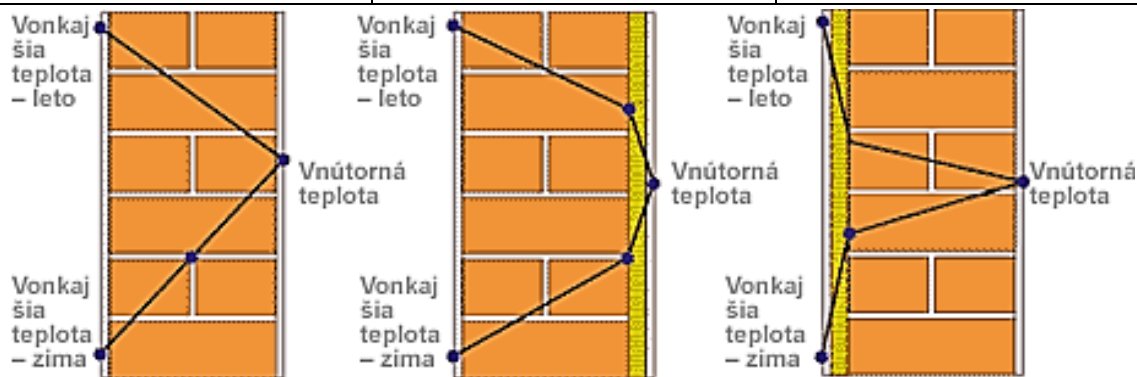


Obr. 2.2.1.1 Porovnanie teplôt zateplenej a nezateplenej časti budovy [7]

Zatepľovanie sa uskutočňuje ako vonkajšie alebo vnútorné. Každé prevedenie má svoje výhody i nevýhody [4].

Tab. 2.2.1.1 Výhody a nevýhody vonkajšieho a vnútorného zateplenia [4]

	Vonkajšie zateplenie	Vnútorné zateplenie
Výhody	<ul style="list-style-type: none"> • menšie namáhanie muriva výkyvmi teplôt a poveternostnými podmienkami • ľahšia eliminácia tepelných mostov³ <ul style="list-style-type: none"> • zvýšenie akumulačnej schopnosti domu • minimálne riziko kondenzácie vlhkosti vzduchu • pri inštalácii sa neruší pobyt osôb vnútri 	<ul style="list-style-type: none"> • možnosť izolovať len jednu miestnosť • bez potreby lešenia <ul style="list-style-type: none"> • inštaláciu neobmedzuje počasie
Nevýhody	<ul style="list-style-type: none"> • potreba lešenia a priestoru okolo domu <ul style="list-style-type: none"> • potreba uskutočňovať naraz na celej ploche • vyššie náklady 	<ul style="list-style-type: none"> • riziko kondenzácie vlhkosti v stenách domu • riziko premrzania vonkajšieho muriva <ul style="list-style-type: none"> • zníženie akumulačnej schopnosti muriva • zmenšenie plochy miestnosti



Obr. 2.2.1.2 Priebeh teplôt v nezateplenom murive, pri zateplení zvnútra a pri zateplení zvonka [8]

Vonkajšie zateplenie možno vykonať dvomi spôsobmi a to kontaktným zateplením alebo zateplením s odvetranou medzerou.

³ Tepelný most je časť stavebnej konštrukcie, kde sa výrazne mení vnútorná povrchová teplota. Je to spôsobené zmenou hrúbky stavebnej konštrukcie alebo rozdielnou veľkosťou vnútornej plochy, ktorá tepelnú energiu prijíma a vonkajšej plochy, ktorá tepelnú energiu odovzdáva (napríklad kúty stien, podláh a podobne).

Pri zatepľovaní kontaktným spôsobom izolačné dosky lepíme a kotvíme priamo na fasádu domu. Medzi fasádou a doskami sa nenachádza vzduchová medzera. Vonkajšie zateplenie sa najčastejšie robí systémom ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems). Používa sa pre zatepľovanie rodinných a bytových domov. Výhodou je nižšie množstvo potrebného materiálu, náročnosť práce aj nižšie finančné nároky [9].

Pri nekontaktnom zateplení, s odvetranou medzerou, sa tepelná izolácia upevňuje na špeciálne vytvorený rošt, ktorý je pripevnený na fasádu domu. Medzi domom a izoláciou sa vytvorí vzduchová medzera, ktorá je po stranách uzatvorená a na spodnej a vrchnej strane horizontálne otvorená. Tým sa vytvára komínový efekt, ktorým zabezpečíme odvetranie vlhkosti z izolácie aj muriva domu. Používa sa najmä na zateplenie budov náchylných na vlhnutie. Nkontaktný systém je o niečo drahší než kontaktné zateplenie, je náročnejší na realizáciu aj na riešenie technických detailov [9].

2.2.1.1. Zatepl'ovacie materiály

Úspešnosť zatepľovania a tým aj zníženie „únikov“ tepla závisí od správneho výberu materiálu. Pri jeho výbere by sme mali brať ohľad na to či chceme, aby bol materiál odolný aj proti požiaru, či aby plnil protihlukovú funkciu. Momentálne je na trhu k dispozícii veľké množstvo zatepl'ovacích materiálov.

Kvalitu zatepl'ovacieho systému môžete posúdiť nielen podľa ceny, ale aj podľa súčiniteľa tepelnej vodivosti

Expandovaný polystyrén

Je najčastejšie používaný materiál pri kontaktných zatepl'ovacích systémoch na zatepl'ovanie plochých striech a konštrukcií bez nárokov na ochranu proti požiaru a hluku. Jeho výhodou je nízka objemová hmotnosť a cenová dostupnosť. Môže sa však používať len do výšky 22,5 m a pri nedostatočnej hrúbke môže dochádzať k vlhnutiu stien [10] [11].

Extrudovaný polystyrén

Je výrazne drahší ako expandovaný polystyrén, má však vyššie pevnostné charakteristiky, nízku nasiakavosť a minimalizuje tepelné mosty. Využíva sa najmä pri izolácii soklov, suterénov a základov. Negatívny vplyv naň majú teploty vyššie ako 75 °C [10] [11].

Minerálna pena (penové sklo)

Má dobré pevnostné vlastnosti a je využiteľná aj za extrémnych teplôt. Nevýhodou je však vysoká cena [11].

Minerálna čadičová vlna

Je u nás najrozšírenejším izolačným materiálom. Používa sa pre konštrukcie s akustickými a protipožiarnymi nárokmi. Je vhodná najmä pre zateplenie obvodových stien, kvôli svojej difúzii a tvarovej stálosti aj pri kolísaní teplôt. Nevýhodou je vyššia nasiakavosť a vyššia obstarávacia cena [10] [11].

Slama

Je tradičný materiál, ktorý sa v súčasnosti vracia do stavebných konštrukcií. Slama sa používa vo forme zlisovaných balíkov. Výhodou je ľahká dostupnosť, nízka cena a recyklovateľnosť [10] [11].

Izolácia z ovčej vlny

Izolácia vzniká skladaním vlnoviek vyformovaných z ovčieho rúna, ktoré sa mechanicky prichytia k nosnej sieťke z polypropylénu. Je jeden z najkvalitnejších izolantov, kvôli schopnosti prijímať vlhkosť až do 1/3 svojho objemu a potom ju opäť vrátiť do ovzdušia. Výhodou je aj tvarová stálosť a mechanická pružnosť, musí sa však chemicky upravovať kvôli odolnosti voči škodcom a vyššej požiarnej odolnosti. Negatívom je jej vyššia cena, nízka dostupnosť a špecifické požiadavky na aplikáciu [10] [11].

Hodnoty súčiniteľov tepelnej vodivosti v *Tab. 2.2.1.1.1* boli získané zo zdrojov [10] [11].

Tab. 2.2.1.1.1 Porovnanie tepelnej vodivosti jednotlivých izolačných materiálov

Izolácia	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ [W/mK]
Expandovaný polystyrén	0,038-0,044
Extrudovaný polystyrén	0,035-0,040
Minerálna pena (penové sklo)	0,040-0,048
Minerálna čadičová vlna	0,035-0,050
Slama	0,050
Izolácia z ovčej vlny	0,040

2.2.2. Výmena vonkajších otvorových konštrukcií

Pre zníženie vplyvu infiltrácie a prievzdušnosti vonkajších otvorových konštrukcií, ktorý tvorí 40 až 50 % z celkových tepelných strát, treba venovať osobitú pozornosť oknám a dverám.

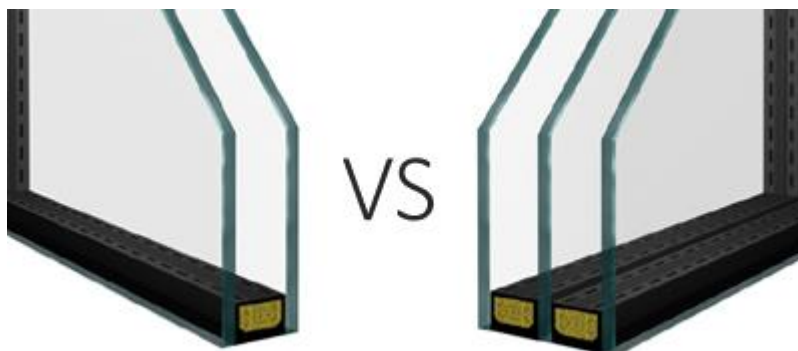
Kvalita okien sa hodnotí na základe hodnoty súčiniteľa prestupu tepla U . Čím je jeho hodnota nižšia, tým menšie tepelné straty okno má. Vylepšiť vlastnosti okien sa dá nalepením reflexnej fólie (umiestňuje sa medzi sklá, v zime odráža svetlo do miestnosti a v lete ho odráža späť), špeciálnymi žalúziami či zatesnením okna, výmenou vonkajšieho skla za izolačné dvojsklo alebo výmenou starého okna za nové. Tie majú kvalitné a tesné rámy a sú zasklené špeciálnymi izolačnými dvojsklami či trojsklami.

Tepelnoizolačné vlastnosti prakticky nezávisia na voľbe materiálu (plastové alebo drevené), ale od voľby zasklenia.

Tab. 2.2.2.1 Porovnanie súčiniteľov prestupu tepla okien [12]

Druh okna	súčiniteľ prestupu tepla U [W/(m ² K)]
drevené okno s jednoduchým zasklením	5,2
drevené okno s dvojitým obyčajným zasklením	2,7
plastové alebo drevené okno s bežným izolačným dvojsklom	2,8
plastové alebo drevené okno s izolačným dvojsklom s pokovením	1,8-1,3

plastové alebo drevené okno s izolačným dvojsklom a s fóliou	0,9-1,1
---	---------



Obr. 2.2.2.1 Izolačné dvojsklo vs trojsklo [12]

V súčasnosti najpoužívanejší typ zasklenia je izolačné dvojsklo, kde dve sklenené tabule sú od seba vo vzdialenosti 12 až 16 mm a jeho vlastnosti môžu byť vylepšené vyplnením medziskleného priestoru ušľachtilým plynom (argón, kryptón alebo xenón) alebo nanosením kovových selektívnych vrstiev na sklenú tabuľu [13].

Izolačným trojsklom získame však vyššiu tepelnú izoláciu. Medzi sklami je nerezový rámik s prerušeným tepelným mostom. Tieto okná sú však o poznanie drahšie [13].

Výmenou okien dochádza aj k utesneniu netesností, ktorými dochádza k infiltrácii vzduchu. Dôležitá je však aj výmena dverí, kde najviac tepla „uniká“ v oblasti prahu.

2.2.3. Vykurovanie

Pri hľadaní možností zníženia tepelných strát by sa nemalo zabudnúť na vykurovanie budovy. Vykurovací systém, ktorý bude správne navrhnutý, inštalovaný, regulovaný a v neposlednom rade aj prevádzkovaný, vie v priestoroch zaistiť podmienky pre zachovanie tepelnej pohody aj pri minimálnej spotrebe energie na vykurovanie. Ak tieto podmienky nie sú splnené, je možné uvažovať o zmene vykurovacieho média. Predtým je však potrebné zaistiť, aby bola budova dostatočne zateplená a boli minimalizované tepelné straty [14].

3. Výpočet tepelných strát

Výpočet tepelných strát sa vykoná podľa normy ČSN 06 0210 – Výpočet tepelných strát při ústředním vytápění [15]. Norma stratila platnosť ku dňu 1.9.2008. Bola však použitá pre lepšie porovnanie vypočítaných tepelných strát s energetickým zhodnotením zateplenia objektu, ktoré boli vykonané podľa normy STN 06 0210 - Výpočet tepelných strát budov pri ústrednom vykurovaní. ČSN 06 0210 je jej česká podoba.

Celková tepelná strata bytového domu je daná súčtom tepelných strát jednotlivých miestností. Tepelná strata miestnosti je daná tepelnou stratou prestupom tepla a tepelnou stratou vetraním znížená o trvalé tepelné zisky.

Výpočet tepelných strát miestnosti bol vykonaný nasledovne:

- stanovenie teploty vonkajšieho priestoru,
- stanovenie vnútornej výpočtovej teploty miestnosti,
- určenie tepelno-technických vlastností stavebných konštrukcií obklopujúcich miestnosť a ich rozmery,
- výpočet základnej tepelnej straty prestupom jednotlivými konštrukciami,
- výpočet konečnej tepelnej straty miestnosti prestupom tepla,
- výpočet tepelnej straty miestnosti vetraním,
- určenie celkovej tepelnej straty miestnosti.

Všetky nasledujúce vzťahy a hodnoty v tejto kapitole boli získané zo zdroja [15], pokiaľ nie je uvedené inak.

3.1. Tepelná strata miestnosti prestupom tepla

Základná tepelná strata prestupom tepla je daná vzťahom:

$$Q_{0i} = \sum U_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_e) \quad [W] \quad (3.1.1)$$

kde: Q_{0i} základná tepelná strata prestupom tepla miestnosti i bez prirážok $[W]$

U_j súčiniteľ prestupu tepla prvku j $[W/(m^2K)]$

S_j plocha prvku j $[m^2]$

t_i vnútorná výpočtová teplota vzduchu miestnosti i $[^{\circ}C]$

t_e vonkajšia výpočtová teplota vzduchu $[^{\circ}C]$

Tepelná strata prestupom je daná vzťahom:

$$Q_{pi} = Q_{0i} \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad [W] \quad (3.1.2)$$

kde: Q_{pi} tepelná strata prestupom tepla miestnosti i $[W]$

Q_{0i} základná tepelná strata miestnosti i bez prirážok $[W]$

p_1 prirážka na vyrovnanie vplyvu chladných konštrukcií $[-]$

p_2 prirážka na urýchlenie zátopu $[-]$

p_3 prirážka na svetovú stranu $[-]$

Prirážka na vyrovnanie vplyvu chladných konštrukcií p_1 sa vypočíta podľa vzťahu:

$$p_1 = 0,15 \cdot \frac{Q_{oi}}{\sum S_j(t_i - t_e)} [-] \quad (3.1.3)$$

Prirážka na urýchlenie zátopy p_2 u bytovej výstavby za normálnych okolností, kedy za najnižšej vonkajšej teploty možno zaistiť neprerušovanú dodávku tepla, nie je uvažovaná.

Prirážka na svetovú stranu p_3 závisí na polohe najviac ochladzovanej konštrukcie alebo pri dvoch ochladzovaných konštrukciách na polohe ich spoločného rohu. Jej hodnota je podľa Tab. 3.1.1.

Tab. 3.1.1. Hodnota prirážky na svetovú stranu [2]

svetová strana	$p_3 [-]$
sever	0,10
severozápad, severovýchod, východ	0,05
juhozápad, juhovýchod, západ	0,00
juh	-0,05

3.2. Tepelná strata vetraním miestnosti

Tepelná strata vetraním je daná vzťahom:

$$Q_{vi} = 1300 \cdot V_{vi} \cdot (t_i - t_e) [W] \quad (3.2.1)$$

kde: Q_{vi} tepelná strata miestnosti i vetraním $[W]$
 V_{vi} objemový tok vetracieho vzduchu miestnosti i $[m^3 s^{-1}]$
 t_i vnútorná výpočtová teplota vzduchu miestnosti i $[^{\circ}C]$
 t_e vonkajšia výpočtová teplota vzduchu $[^{\circ}C]$

Do rovnice 3.2.1 za V_{vi} je dosadená vyššia z hodnôt V_{vh} , V_{vp} .

Objemový tok vetracieho vzduchu V_{vh} vychádza z hygienických požiadavkou a je daný vzťahom:

$$V_{vh} = \frac{n_h \cdot V_{mi}}{3600} [m^3 \cdot s^{-1}] \quad (3.2.2)$$

kde: V_{vh} objemový tok vetracieho vzduchu miestnosti i $[m^3 \cdot s^{-1}]$
 n_h intenzita výmeny vzduchu $[h^{-1}]$
 V_{mi} vnútorný objem miestnosti i $[m^3]$

Hodnota intenzity výmeny vzduchu n_h je pre:

- obytné miestnosti obytných budov $0,5 h^{-1}$,
- občianske budovy a ostatné miestnosti obytných budov $0,35 h^{-1}$,
- ostatné budovy $0,25 h^{-1}$.

Objemový tok vetracieho vzduchu pre prirodzené vetranie infiltráciou V_{vp} je daný vzťahom:

$$V_{vp} = \sum (i_{LV} \cdot L) \cdot B \cdot M \quad [m^3 \cdot s^{-1}] \quad (3.2.3)$$

kde: V_{vp} objemový tok vetracieho vzduchu pre prirodzené vetranie infiltráciou miestnosti i [$m^3 \cdot s^{-1}$]

$\sum (i_{LV} \cdot L)$ súčet prievzdušnosti okien a vonkajších dverí v miestnosti [$m^3 \cdot s^{-1} / Pa^{0,67}$]

i_{LV} súčiniteľ spárovej prievzdušnosti daný typom okien a vonkajších dverí [$m^3 \cdot s^{-1} / m \cdot Pa^{0,67}$]

L dĺžka spár okien a vonkajších dverí [m]

B charakteristické číslo budovy [$Pa^{0,67}$]

M charakteristické číslo miestnosti [–]

Charakteristické číslo budovy B závisí na polohe budovy v krajine, je určené podľa Tab. 3.2.1.

Tab. 3.2.1 Určenie charakteristického čísla budovy [2]

Krajinná oblasť s ohľadom na intenzitu vetra	Poloha budovy v krajine	Charakteristické číslo budovy B [$Pa^{0,67}$]	
		Rádové budovy	Osamelé budovy
normálna	chránená	3	4
	nechránená	6	8
	veľmi nepriaznivá	9	12
s intenzívnymi vetrami	chránená	6	8
	nechránená	9	12
	veľmi nepriaznivá	12	16

Charakteristické číslo miestnosti M závisí na pomere medzi prievzdušnosťou okien a vonkajších dverí a vnútorných dverí [2]:

- prievzdušnosť vnútorných dverí je menšia než prievzdušnosť okien $M = 0,4$,
- prievzdušnosť vnútorných dverí je rovnaká ako prievzdušnosť okien $M = 0,5$,
- prievzdušnosť vnútorných dverí je väčšia než prievzdušnosť okien $M = 0,7$,
- veľkopriestorové kancelárie a sály $M = 1$,

3.3. Celková tepelná strata miestnosti

Celková tepelná strata je daná vzťahom:

$$Q_i = Q_{pi} + Q_{vi} - Q_{zi} \quad [W] \quad (3.3.1)$$

kde: Q_i celková tepelná strata miestnosti i [W]
 Q_{vi} tepelná strata miestnosti i vetraním [W]
 Q_{pi} tepelná strata miestnosti i prestupom [W]
 Q_{zi} trvalý tepelný zisk miestnosti i [W]

4. Riešenie pôvodného bytového domu

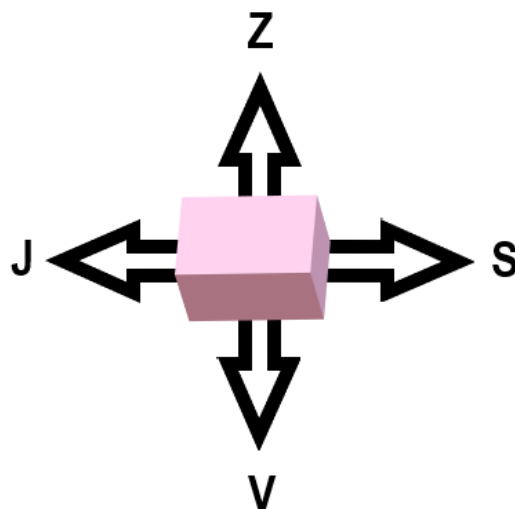
Všetky údaje v nasledujúcej kapitole boli získané konzultáciou so správcom budovy a z príslušnej technickej dokumentácie, pokiaľ nie je uvedené inak.

Riešený bytový dom sa nachádza v Senici na ulici Sotinská, Slovenská republika. Je osadený v rovinnom teréne v oblasti s vonkajšou výpočtovou teplotou -12°C (Príloha A), v krajine s intenzívnymi vetrami. Blok pozostáva z troch sekcií, ktorý je súčasťou väčšieho komplexu bytových domov. Bytový dom je konštrukčného typu PS-82-TT pórobetónový variant postavený v roku 1993.



Obr. 4.1 Pôvodný bytový dom

Objekt je orientovaný na svetové strany podľa Obr. 4.2.



Obr. 4.2 Orientácia bytového domu

Bytový dom je riešený ako deväťpodlažný objekt s dĺžkou 54,77 m šírkou 10,2 m a výškou 22,4 m. Konštrukčná výška podlaží je 2,8 m. 1. podzemné podlažie (ďalej už len p.p.) rieši pivnice a iné účelové spoločné miestnosti. 1. nadzemné podlažie (ďalej už len n.p.) rieši vstupy do objektu, schodisko a bytové jednotky. 2. až 8. n.p. sú autentické a slúžia ako bytové jednotky. Bývanie je navrhnuté v štvorizbových a trojizbových bytových jednotkách v každom podlaží. Prístup do bytov je zo spoločných priestorov, zo schodiska a chodby. V každom byte je navrhnutá hospodárska časť (kuchyňa), sanitárna časť (WC, kúpeľňa) a súkromná časť (izby). Každý byt má pôvodné okná vymenené za plastové okná a vymenené vchodové dvere. V spoločných priestoroch sú pôvodné okná, vstupy do budovy sú riešené oceľovými dverami.

Bytový dom je centrálné zásobovaný tepelnou energiou. Jej zdrojom sú plynové kotle v centrálnej kotolni a stanica s teplovodným vykurovaním.

Tab. 4.1 Základné údaje o budove

Konštrukčný systém	PS-82-TT
Šírka budovy	10,2 m
Dĺžka budovy	54,77 m
Výška budovy	22,40 m
Počet podlaží	8
Počet bytov	48
Zastavaná plocha	556,90 m ²
Obostavaný objem	14049,86 m ³
Celková podlahová plocha	5017,81 m ²
Celková teplovýmenná plocha	3859,52 m ²
Konštrukčná výška podlaží	2,80 m

Tab. 4.2 Skladba bytov bytového domu

	počet bytov	podlažná plocha [m ²]	plocha lodžie [m ²]	úžitková plocha [m ²]
3-izbový byt	27	65,80	3,80	69,60
4-izbový byt	21	77,80	3,80	81,60

Výkresy pôdorysu I. p.p. sú v Prílohe B, I. n.p. v Prílohe C a II.- VIII. n.p. v Prílohe D.

4.1. Parametre prostredia

Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu: 80 %
Počet vykurovacích dní vo vykurovacom období: 210 dní ⁴

⁴ Hodnota bola získaná z údajov v Prílohe A

Návrhová teplota vnútorného vzduchu:	vykurované priestory	20 °C
	schodiskové priestory	10 °C
	pivničné priestory	5 °C
Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu:	vykurované priestory	50 %
	pivničné priestory	70 %
Teplota zeminy pod podlahou 1.p.p.:		0 °C

Bytový dom má údaje o klimatických podmienkach uvedené v Tab. 4.1.1. Klimatické podmienky sú normalizované.

Tab. 4.1.1 Klimatické údaje

Názov veličiny	Značka	Jednotka	Hodnota
Vonkajšia výpočtová teplota	t_e	[°C]	-12 ⁵
Priemerná ročná vonkajšia teplota	$t_{m,e}$	[°C]	9,2 ⁶
Charakteristické číslo budovy	B	[Pa ^{0,67}]	9 ⁷

4.2. Špecifikácia stavebných konštrukcií

V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené všetky potrebné súčinitele prestupu tepla a súčinitele spärovej prievzdušnosti pre výpočet tepelných strát.

⁵ Hodnota bola získaná z údajov v Prílohe A.

⁶ Hodnota bola získaná z údajov v Prílohe A.

⁷ Hodnota bola odčítaná z normy ČSN 06 0210 [15] za predpokladu budovy situovanej v nechránenej krajinej oblasti s intenzívnymi vetrami.

Tab. 4.2.1 Tepelno-technické vlastnosti vonkajšej konštrukcie

		materiál	hrúbka materiálu d [mm]	súčiniteľ prestupu tepla U [W/(m ² K)]
obvodový panel		pórobetónové spínacie dielce - Calsilox	300	0,65
štítový panel		železobetón pórobetón	150 300	0,62
sendvičový obvodový panel v suteréne	časť pod terénom	železobetón	200	0,92
	časť nad terénom	polystyrén	50	0,886
sendvičový rohový panel pri vstupe		železobetón polystyrén	170 30	0,574
jednoplášťová nevetraná strecha		tepelne izolačný pórobetónový panel	-	0,28

Tab. 4.2.2 Tepelno-technické vlastnosti vnútornej konštrukcie

	materiál	hrúbka materiálu d [mm]	súčiniteľ prestupu tepla U [W/(m ² K)]
deliace sendvičové panely v suteréne a vo vstupe	železobetón polystyrén	170 30	1,26
stropné panely nad suterénom	železobetón polystyrén	160 50	1,41
podlaha v suteréne	armovaný prostý betón polystyrén	45 30	1,03
stropné panely medzi obytnými podlažiami	-	150	2,2
vnútorné steny	železobetón	150	2,6
	železobetón	70	3,2

Tab. 4.2.3 Tepelno-technické vlastnosti ostatných konštrukcií

	súčiniteľ prestupu tepla $U [W/(m^2K)]$	súčiniteľ spárovej prievzdušnosti ⁸ i_{LV} $[m^3 \cdot s^{-1}/m \cdot Pa^{0,67}]$
okná pôvodné drevené	2,8	$1,4 \cdot 10^{-4}$
okná pôvodné plastové	1,3	$1,0 \cdot 10^{-4}$
dvere pôvodné oceľové	6,00	$1,8 \cdot 10^{-4}$
dvere drevené	2,3	-

4.3. Výpočet tepelných strát pôvodného bytového domu

Výpočet tepelných strát pôvodného bytového domu bol vykonaný podľa postupu uvedeného v kapitole 3 a nachádza sa v Prílohe E.

Výsledné tepelné straty pôvodného bytového domu sú uvedené v Tab. 4.3.1.

Tab. 4.3.1 Výsledné tepelné straty pôvodného bytového domu

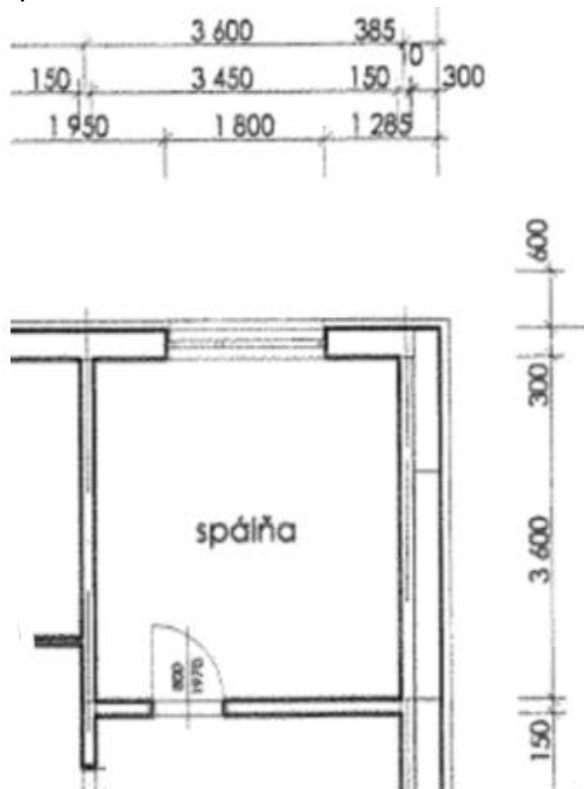
poschodie	prvok	počet	plocha jedného prvku S	plocha spolu	Tepelné straty jedného prvku	Tepelné straty prvkov celkom	Tepelné straty celkom Q
$[-]$	$[-]$	$[-]$	$[m^2]$	$[m^2]$	$[W]$	$[W]$	$[W]$
I. p.p.	miestnosť v ľavom hornom rohu	1	12,42	12,42	638,0131	638,0131	22973,52
	kočíky	10	12,42	124,2	574,4077	5744,077	
	bicykle	3	12,42	37,26	453,6039	1360,812	
	miestnosť v pravom hornom rohu	1	12,42	12,42	764,9867	764,9867	
	pivnice v ľavom dolnom rohu	1	20,1825	20,1825	894,5301	894,5301	
	pivnice so stenou so schodiskom	6	20,1825	121,095	1159,474	6956,844	
	komora	6	1,17	7,02	111,3303	667,9818	

⁸ Hodnoty boli odčítané z normy ČSN 07 0540-3 Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování

	schodisko	3	17,6325	52,8975	833,5243	2500,573	
	sušiareň	4	12,42	49,68	597,1773	2388,709	
	pivnice v pravom dolnom rohu	1	20,1825	20,1825	1056,996	1056,996	
I. n.p.	3-izbový byt vľavo	1	65,8	65,8	4573,199	4573,199	29963,28
	3-izbový byt v strede	4	65,8	263,2	4446,837	17787,35	
	3-izbový byt vpravo	1	65,8	65,8	5046,432	5046,432	
	schodisko	1	17,6325	17,6325	1554,23	1554,23	
	zádverie	1	8,658	8,658	1002,07	1002,07	
II. n.p.	4-izbový byt vľavo	1	77,8	77,8	4009,605	4009,605	22317,47
	3-izbový byt v strede	2	65,8	131,6	2745,705	5491,41	
	4-izbový byt v strede	2	77,8	155,6	3887,71	7775,42	
	3-izbový byt vpravo	1	65,8	65,8	3333,439	3333,439	
	schodisko	1	17,6325	17,6325	1707,597	1707,597	
III.-VII. n.p.	4-izbový byt vľavo	1	77,8	77,8	3558,072	3558,072	20962,87
	3-izbový byt v strede	2	65,8	131,6	2745,705	5491,41	
	4-izbový byt v strede	2	77,8	155,6	3436,177	6872,354	
	3-izbový byt vpravo	1	65,8	65,8	3333,439	3333,439	
	schodisko	1	17,6325	17,6325	1707,597	1707,597	
VIII. n.p.	4-izbový byt vľavo	1	77,8	77,8	4329,786	4329,786	25516,25
	3-izbový byt v strede	2	65,8	65,8	3393,633	6787,266	
	4-izbový byt v strede	2	77,8	77,8	4205,998	8411,996	
	3-izbový byt vpravo	1	65,8	65,8	3968,091	3968,091	
	schodisko	1	17,6325	17,6325	1845,813	2019,11	
celkom							121733,4

4.3.1. Vzorový výpočet tepelnej straty miestnosti

Pre vzorový výpočet bola vybraná miestnosť spáľňa v 3-izbovom byte vpravo na VIII. n.p. s rozmermi podľa Obr. 4.3.1.1.



Obr. 4.3.1.1 Orientačný výkres spálne⁹

Orientácia miestnosti na svetové strany je podľa Obr. 4.2.

Pre miestnosť uvažujeme vstupné údaje uvedené v Tab. 4.3.1.1.

Tab. 4.3.1.1 Vstupné údaje miestnosti

Názov veličiny	Označenie	Hodnota
Vonkajšia výpočtová teplota	t_e	$-12\text{ }^{\circ}\text{C}$
Vnútorňá výpočtová teplota	t_i	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Vnútorňý objem miestnosti	V_m	$34,776\text{ m}^3$
Charakteristické číslo miestnosti	M	0,4
Charakteristické číslo budovy	B	9
Dĺžka spár okien a vonkajších dverí	L	7,9 m

⁹ Vystrihnutý z výkresu Pôdorys II.-VIII. n.p. uvedeného v Prílohe D.

Špecifikácie stavebných konštrukcií a potrebné údaje pre výpočet sú uvedené v Tab. 4.1.1, Tab. 4.2.1 a Tab. 4.3.1.1. Pre upresnenie severná stena je štítový panel, západná stena obvodový panel a ostatné dve sú vnútorné steny s hrúbkou 150 mm. V miestnosti sa nachádza pôvodné plastové okno a jedny drevené dvere, ktorých špecifikácia je v Tab. 4.2.3.

Tepelná strata prestupom tepla

Pri výpočte tepelnej straty prestupom je uvažovaný prestup tepla severnou stenou, západnou stenou s oknom a stropom, nakoľko ostatné dve steny susedia s miestnosťami, ktoré sú vykurované na rovnakú teplotu ako spáľňa a pod podlahou sa nachádza miestnosť, ktorá je takisto vykurovaná na rovnakú teplotu ako spáľňa.

K výpočtu základnej tepelnej straty prestupom bola použitá rovnica (3.1.1), po dosadení hodnôt z Tab. 4.1.1, Tab. 4.2.1, Tab. 4.3.1.1 a rozmerov zrejmých z Obr. 4.3.1.1, je základná tepelná strata prestupom tepla severnou stenou nasledujúca:

$$Q_{po} = 0,62 \cdot (3,6 \cdot 2,8) \cdot [20 - (-12)] = 199,9872 \text{ W}$$

Pre ostatné prvky, ktorými dochádza k prestupu tepla, je výpočet uvedený v Tab. 4.3.1.2.

Tab. 4.3.1.2 Výpočet základnej tepelnej straty prestupom

Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S	plocha s otvorom	súčiniteľ prestupu tepla U	rozdiel teplôt ΔT	Straty prestupom Q_{po}
$[-]$	$[m]$	$[m]$	$[m^2]$	$[m^2]$	$[W/(m^2K)]$	$[K]$	$[W]$
severná stena	3,6	2,8	10,08	10,08	0,62	32	199,9872
západná stena	3,45	2,8	9,66	7,32	0,65	32	152,256
okno	1,8	1,3	2,34	2,34	1,3	32	97,344
strop	3,45	3,6	12,42	12,42	0,28	32	111,2832
						Súčet strát prestupom Q_{po} $[W]$	560,8704

K výpočtu celkovej tepelnej straty bola použitá rovnica (3.1.2).

Prirážka na vyrovnanie vplyvu chladných konštrukcií je vypočítaná podľa rovnice (3.1.3) po dosadení hodnôt nasledovná:

$$p_1 = 0,15 \cdot \frac{560,8704}{64,32 \cdot [20 - (-12)]} = 0,040875$$

Prirážka na urýchlenie zátopy pre bytový dom nie je uvažovaná, $p_2 = 0$.

Prirážka na svetovú stranu, podľa spoločného rohu ochladzovaných konštrukcií, ktorý leží na severozápade podľa Tab. 3.1.1, $p_3 = 0$.

Podľa rovnice (3.1.2) je celková tepelná strata:

$$Q_p = 560,8704 \cdot (1 + 0,040875 + 0 + 0) = \mathbf{583,796 \text{ W}}$$

Tepelná strata vetraním

Pre výpočet podľa rovnice (3.2.1) je potrebné zistiť vyššiu z hodnôt V_{vh} , V_{vp} .

Objemový tok vetracieho vzduchu V_{vh} podľa rovnice (3.2.2), pri uvažovaní hodnoty intenzity výmeny vzduchu pre obytné miestnosti obytných budov a po dosadení hodnôt z Tab. 4.3.1.1, je nasledovný:

$$V_{vh} = \frac{0,5 \cdot 34,776}{3600} = 4,83 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Objemový tok vetracieho vzduchu pre prirodzené vetranie infiltráciou V_{vp} podľa rovnice (3.2.3) po dosadení hodnôt z Tab. 4.3.1.1 je nasledovný:

$$V_{vp} = 1 \cdot 10^{-4} \cdot 7,9 \cdot 9 \cdot 0,4 = 2,844 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Dosadením vyššej hodnoty V_{vp} a hodnôt z Tab. 4.3.1. do rovnice (3.2.1) je výsledná tepelná strata vetraním nasledovná:

$$Q_v = 1300 \cdot 4,83 \cdot 10^{-3} \cdot [20 - (-12)] = \mathbf{200,928 \text{ W}}$$

Tepelná strata miestnosti

Výsledná tepelná strata miestnosti podľa rovnice (3.3.1) bez uvažovania trvalých tepelných ziskov je nasledovná:

$$Q = 583,796 + 200,928 = \mathbf{784,724 \text{ W}}$$

5. Riešenie súčasného bytového domu

Všetky údaje v nasledujúcej kapitole boli získané konzultáciou so správcom budovy a z príslušnej technickej dokumentácie, pokiaľ nie je uvedené inak.

Súčasný bytový dom je zrekonštruovaný, rekonštrukcia bola dokončená v roku 2013. Pri rekonštrukcii došlo k výmene okenných otvorov v spoločných priestoroch, rekonštrukcii obvodového plášťa a strechy. Rekonštrukcia plášťa bola realizovaná dodatočným zateplením, ktoré zvýšilo tepelný odpor stavebnej konštrukcie tak, aby spĺňala príslušné európske technické normy. Boli vymenené všetky okná v spoločných priestoroch za plastové s izolačným dvojsklom a strecha bola dodatočne tepelne izolovaná, pre dosiahnutie doporučeného tepelného odporu jej konštrukcie. Súčasný stav je vidieť na Obr. 5.1.



Obr. 5.1 Zrekonštruovaný bytový dom [16]

Po vykovaní rekonštrukcie je aktuálny stav uvedený v Tab. 5.1.

Tab. 5.1 Súčasné tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií

	materiál	hrúbka d [mm]	súčiniteľ prestupu tepla U [W/(m ² K)]	súčiniteľ spárovej prievzdušnosti ¹⁰ i_{LV} [m ³ ·s ⁻¹ /m·Pa ^{0,67}]
obvodový panel	steny systému PS-82-TT KZS MV Rockwool	100	0,25	-
štítový panel	steny systému PS-82-TT KZS MV Rockwool	100	0,23	-
strecha	strecha systému PS- 82-TT Styrodur +hydroizolácia	200	0,12	-
Otvorové konštrukcie	okná - plastové/ hliníkové s izolačným dvojsklom	-	1,3	1,0 · 10 ⁻⁴
	dvere		1,45	1,0 · 10 ⁻⁴
podlaha na teréne/ strop nad nevykurovaný m suterénom	podlaha systému PS- 82-TT kombidoska	500	0,58	-

K dosiahnutiu zníženia potreby tepelnej energie na vykurovanie domu bolo v rámci rekonštrukcie domu vykonané aj zaizolovanie prírodných potrubí, hydraulické vyregulovanie jednotlivých vykurovacích vetiev, ďalej boli na vykurovacích telesách inštalované termostatické ventily s termostatickými regulačnými hlavami a na vykurovacie telesá boli inštalované elektronické pomerové rozdeľovače nákladov na vykurovanie ako nástroj pre zvýšenie povedomia bývajúcich v prospech správnej regulácie prívodu množstva tepelnej energie do bytov a „rozumného“ spôsobu vetrania.

¹⁰ Hodnoty boli odčítané z normy ČSN 07 0540-3 Tepelná ochrana budov. Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování

5.1. Výpočet tepelných strát súčasného bytového domu

Výpočet tepelných strát súčasného bytového domu bol vykonaný podľa postupu uvedeného v kapitole 3 a nachádza sa v Prílohe F.

Výsledné tepelné straty sú uvedené v Tab. 5.1.1.

Tab. 5.1.1 Výsledné tepelné straty súčasného bytového domu

poschodie	prvok	počet	plocha jedného prvku S	plocha spolu	Tepelné straty jedného prvku	Tepelné straty prvkov celkom	Tepelné straty celkom Q
[-]	[-]	[-]	[m ²]	[m ²]	[W]	[W]	[W]
I. p.p.	miestnosť v ľavom hornom rohu	1	12,42	12,42	321,4333	321,4333	13922,84
	kočíky	10	12,42	124,2	292,9613	2929,613	
	bicykle	3	12,42	37,26	319,8167	959,4501	
	miestnosť v pravom hornom rohu	1	12,42	12,42	354,6566	354,6566	
	pivnice v ľavom dolnom rohu	1	20,1825	20,1825	456,5529	456,5529	
	pivnice so stenou so schodiskom	6	20,1825	121,095	700,7423	4204,454	
	komora	6	1,17	7,02	75,23151	451,3891	
	schodisko	3	17,6325	52,8975	833,5243	2500,573	
	sušiareň	4	12,42	49,68	303,4388	1213,755	
	pivnice v pravom dolnom rohu	1	20,1825	20,1825	530,9662	530,9662	
I. n.p.	3-izbový byt vľavo	1	65,8	65,8	3113,267	3113,267	20596,13
	3-izbový byt v strede	4	65,8	263,2	3068,189	12272,76	
	3-izbový byt vpravo	1	65,8	65,8	3282,099	3282,099	

	schodisko	1	17,6325	17,6325	1323,323	1323,323	
	zádverie	1	8,658	8,658	604,6895	604,6895	
II. n.p.	4-izbový byt vľavo	1	77,8	77,8	3401,751	3401,751	20164,84
	3-izbový byt v strede	2	65,8	131,6	2326,302	4652,604	
	4-izbový byt v strede	2	77,8	155,6	3357,354	6715,308	
	3-izbový byt vpravo	1	65,8	65,8	2543,47	3333,439	
	schodisko	1	17,6325	17,6325	1622,865	2062,335	
III.-VII. n.p.	4-izbový byt vľavo	1	77,8	77,8	2965,114	2965,114	18397,46
	3-izbový byt v strede	2	65,8	131,6	2326,302	4652,604	
	4-izbový byt v strede	2	77,8	155,6	2911,717	5823,434	
	3-izbový byt vpravo	1	65,8	65,8	2543,47	3333,439	
	schodisko	1	17,6325	17,6325	1622,865	1622,865	
VIII. n.p.	4-izbový byt vľavo	1	77,8	77,8	3281,382	3281,382	19780,66
	3-izbový byt v strede	2	65,8	65,8	2599,891	5199,782	
	4-izbový byt v strede	2	77,8	77,8	3236,684	6473,368	
	3-izbový byt vpravo	1	65,8	65,8	2807,018	2807,018	
	schodisko	1	17,6325	17,6325	1681,379	2019,11	
						celkom	92861,93

6. Posúdenie zníženia energetickej náročnosti

Po vykonaní opatrení na zníženie tepelných strát bytového domu, ktoré sú uvedené v kapitole 5, sa predpokladá, že energetická náročnosť bytového domu klesne. Táto skutočnosť bola dokázaná porovnaním výstupu z výpočtov tepelných strát pôvodného bytového domu a tepelných strát jeho zrekonštruovanej podoby. Zníženie hodnôt tepelných strát je možné vidieť v Tab. 6.1.

Tab. 6.1 Porovnanie tepelných strát pôvodného a súčasného bytového domu

	Tepelné straty pôvodného bytového domu	Tepelné straty súčasného bytového domu
	[W]	[W]
I. p.p.	22973,52	13922,84
I. n.p.	29963,28	20596,13
II. n.p.	22317,47	20164,84
II.-VII. n.p.	20962,87	18397,46
VIII. n.p.	25516,25	19780,66
celkom	121733,4	92861,93

Podľa tepelných strát pôvodného bytového domu, ktoré činia 121 733,4 W a tepelných strát súčasného bytového domu 92 861,93 W, je možné skonštatovať zníženie tepelných strát o približne 23,72 %.

So znížením tepelných strát priamo súvisí zníženie tepla potrebného na vykurovanie, keďže zdroj tepla musí tieto straty viesť pokryť, čo sa prejaví aj na nákladoch za spotrebovanú tepelnú energiu. Zmenu v spotrebe energie na vykurovanie je vidieť v Tab. 6.2. Zlom nastáva v roku 2013, kedy bola dokončená rekonštrukcia bytového domu.

Tab. 6.2 Spotreba energie na vykurovanie bytového domu

Rok	Spotrebované množstvo energie ¹¹ [kWh]
2009	259 439
2010	266 752
2011	234 083
2012	233 800
2013	271 923

¹¹ Hodnoty boli získané z OSBD, uvádzajú množstvo odobraného plynu za 1 rok.

2014	127 829
2015	151 604
2016	167 493
2017	168 029
2018	148 750

K porovnaniu zmeny spotreby energie boli údaje z Tab. 6.2 pred a po rekonštrukcii spriemerované, výsledok je však len orientačný, keďže na spotrebu energie má vplyv aj dĺžka vykurovacieho obdobia či to aká „tuhá“ zima v danom roku bola.

Priemerné spotrebované množstvo energie pred rekonštrukciou bolo 253 199,4 kWh, po rekonštrukcii 152 741 kWh. Rozdiel činí 100 458,4 kWh, čomu odpovedá zníženie nárokov na energiu o 39,68 %.

Rozdiel medzi znížením tepelných strát o 23,72 % a znížením spotreby energie o 39,68 % je spôsobený opatreniami, ktoré boli vykonané po zateplení bytového domu, ktoré sú spomenuté v kapitole 5. Veľký vplyv malo vyregulovanie vykurovacej sústavy, ale aj zvýšenie šetrenia energie obyvateľmi.

6.1. Náklady na vykurovanie

Pod pojmom náklady na vykurovanie sa rozumie suma, ktorú treba vynaložiť za energiu na vykurovanie tak, aby bola zachovaná tepelná pohoda obyvateľov.

Pre orientačné porovnanie nákladov na spotrebovanú tepelnú energiu bola použitá aktuálna cena z rozúčtovacej zostavy ústredného kúrenia pre bytový dom za rok 2018, keby bolo odobratých 148 750 kWh. Uvádza priemernú cenu odobratého tepla za 1 kWh, ktorá činí 0,1016 €. Výsledné náklady pri súčasnej cene energie sú v Tab. 6.1.1.

Tab. 6.1.1 Cena za odobraté množstvo plynu

Stav bytového domu	Priemerné odobraté množstvo plynu [kWh]	Cena za odobratú tepelnú energiu [€]
Pôvodný	253 199,4	25 725,06
Rekonštruovaný	152 741	15 518,49

Z Tab. 6.1.1 sa predpokladá, že zateplením sa vďaka zníženiu spotreby energie ušetrilo 10 206,57 € za rok. Suma je však orientačná, keďže vznikla spriemerovaním spotrebovaného množstva energie pred rekonštrukciou a po jej vykonaní a bolo počítané so stálou cenou energií.

6.2. Náklady na zateplenie

Pred vykonaním rekonštrukcie bola prevedená štúdia nákladov rekonštrukcie bytového domu. Predpoklad bol získaný výpočtom a odhadom zo skutočných nákladov rekonštrukcie podobného bytového domu a činil 210 000 €.

Rekonštrukcia vykonaná firmou Stavomal, podľa zmluvy o dielo, sa vyšplhala na cenu 299 800 €. Okrem samotných opatrení na zníženie tepelných strát boli vymenené striedky na lodžiách, prebehla rekonštrukcia rozvodov elektrickej energie v spoločných priestoroch a pivniciach, oceľových konštrukcií (zábradlia), v spoločných priestoroch bolo inštalované zónové osvetlenie, čím došlo k úspore na spotrebe elektrickej energie. Tieto úkony do nákladov od firmy Stavomal neboli započítané.

Po splnení predpokladov Štátneho fondu rozvoja bývania bol od bytového fondu poskytnutý úver, ktorý pokryl 299 800 €.

6.3. Doba návratnosti investície

Návratnosť investície do zlepšenia tepelno-technických vlastností je tým kratšia, čím drahšia energia sa na vykurovanie objektu používa.

Vypočíta sa podľa vzťahu:

$$T_s = \frac{IN}{CF} [\text{rok}] \quad [17] \text{ (6.3.1)}$$

kde: T_s doba návratnosti [rok]
 IN investičný výdaj [€]
 CF ročná úspora nákladov [€]

Po dosadení hodnôt je doba návratnosti investície :

$$T_s = \frac{299\,800}{10\,206,57} = 29,4 \text{ rokov}$$

Pri výpočte nie je zohľadnený vplyv akejkoľvek úrokovej miery či predĺženie životnosti bytového domu jeho rekonštrukciou a boli uvažované fixné ceny energie.

„Zateplenie by podľa platných slovenských predpisov malo mať životnosť 30 rokov. Podľa metodického predpisu na európske technické osvedčenie kontaktné tepelnoizolačné systémy v Európskej únii majú preukázať životnosť minimálne 25 rokov.“ [18] Pri tejto predpokladanej životnosti a doby návratnosti 29,4 rokov, môžeme považovať opatrenia, ktoré boli vykonané na bytovom dome za nerentabilné. Čo však do výpočtu návratnosti nebolo zahrnuté je fakt, že bytový dom bol postavený v roku 1993, preto vykonaná rekonštrukcia nielenže zvýšila komfort bývania, ale opláštením sa zamedzilo ďalšej korózii spojových častí, nežiaducim poveternostným vplyvom, zatekaniu cez múry či strechu. Predĺžila sa tým celková životnosť budovy.

ZÁVER

Hlavným cieľom bakalárskej práce bolo posúdiť zníženie tepelných strát. Ten bol dosiahnutý výpočtom tepelných strát pôvodného bytového domu a následne výpočtom tepelných strát jeho zateplenej verzie a ich vzájomným porovnaním.

Úvod práce bol venovaný faktorom ovplyvňujúcich spotrebu energie pri vykurovaní. Na ich základe bolo uvažované o možnostiach zníženia ich vplyvu a tým aj zníženia nákladov na vykurovanie. Uvedené opatrenia, ktoré vedú k znižovaniu nákladov na tepelnú energiu boli aplikované na vybraný bytový dom v Senici. Pre zníženie tepelných strát bolo vykonané zateplenie obvodového plášťa, výmena okien v spoločných priestoroch, vstupov do budovy, zateplenie strechy, podlahy v suteréne a stropu nad nevykurovaným suterénom. Vplyv týchto opatrení bol posúdený na základe výpočtu tepelných strát. Výpočet bol vykonaný na pôvodnom objekte a následne za rovnakých podmienok na rekonštruovanom bytovom dome. Výstupom bolo zistenie, že došlo k zníženiu tepelných strát o takmer 24 %. Výsledkom vplyvu všetkých faktorov ovplyvňujúcich spotrebu energie je reálna spotreba energie. Odobraté množstvo energie na vykurovanie sa vplyvom opatrení na minimalizovanie tepelných strát znížilo takmer o 40 %. Na zníženie spotrebovaného množstva tepelnej energie majú tak okrem zmeny tepelno-technických vlastností stavebných konštrukcií vplyv aj ďalšie opatrenia, ktoré boli vykonané po dokončení zateplenia. Došlo k zaizolovaniu prívodných potrubí, hydraulickému vyregulovaniu jednotlivých vykurovacích vetiev, na vykurovacie telesá boli inštalované termostatické ventily s termostatickými regulačnými hlavicami. V konečnom dôsledku majú veľký vplyv aj obyvatelia svojim konaním (ako nesprávne vetranie, či zbytočné kúrenie). V závere bolo posúdené zníženie energetickej náročnosti a stanovená doba návratnosti investície, ktorá činí 29,4 roka. Pri životnosti zateplenia táto investícia nie je rentabilná. Boli však použité drahšie izolačné aj náterové materiály či drahšia strešná krytina, môžeme teda predpokladať, že ich životnosť bude dlhšia. Vykonaná rekonštrukcia má napokon veľa ďalších nepopierateľných prínosov ako zvýšenie komfortu bývania, vyriešenie problémov so zatekaním alebo zmenšenie environmentálnej záťaže. Je tak možné zhodnotiť, že opatrenia vykonané na zníženie energetickej náročnosti sú z dlhodobého hľadiska výhodné a znížia náklady obyvateľov bytového domu. Napokon aj vzhľadom na predpokladaný trend vývoja cien energií je možné považovať súčasnú investíciu do zlepšovania tepelno-technických vlastností budov za „investíciu do budúcnosti“.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] Vyhláška č. 152/2005 Z. z. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2005-152>.
- [2] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. Vytápění. 4., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008. Stavíme. ISBN 978-80-7366-116-8.
- [3] ŘEHÁNEK, Jaroslav a Antonín JANOUŠ. Tepelné ztráty budov a možnosti jejich zmenšování. 2. nezm. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986. Knižnice technických aktualit.
- [4] SRDEČNÝ, Karel. Energeticky soběstačný dům - realita, či fikce?. Brno: ERA, 2006. 21. století. ISBN isbn80-7366-052-0.
- [5] PAVELEK, Milan. Termomechanika. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-214-4300-6.
- [6] Tepelné ztráty [online]. [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/aktuality/21684-tepelne-ztraty-a.html#.XOLetcgzaUk>.
- [7] Prečo sa oplatí zatepliť fasádu? [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://www.isover.sk/aktuality/preco-sa-oplati-zateplit-fasadu>.
- [8] Zatepl'ovanie [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://www.totalbal.szm.com/vataaom.htm>.
- [9] NEKORANEC, Pavol. Rodinné a bytové domy, znižovanie energetickej náročnosti – obnova. Pezinok: DYNAMIC SK, 2015. ISBN 978-80-971943-1-4.
- [10] DAŇKOVÁ, Dana D, HEJHÁLEK, Jiří. Tepelné izolácie – prehľad, materiály, druhy, spôsoby použitia. Dostupné z: <https://www.istavebnictvo.sk/clanky/tepelne-izolace-prehled-materialy-druhy-zpusoby-po>
- [11] Prehľad tepelných izolácií [online]. [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.asb.sk/stavebnictvo/zateplenie/prehľad-tepelnych-izolacii>
- [12] SRDEČNÝ, Karel a František MACHOLDA. Úspory energie v domě. Praha: Grada, 2004. Profi & hobby. ISBN 80-247-0523-0.
- [13] Aký je rozdiel medzi dvojsklom a trojsklom? [online]. [cit. 2019-03-12]. Dostupné z: <https://www.inter-okno.sk/blog/aky-je-rozdiel-medzi-dvojsklom-a-trojsklom>.
- [14] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. Vytápění. Brno: Computer Press, 2011. Stavíme. ISBN isbn978-80-251-3329-3.
- [15] ČSN 06 0210. Výpočet tepelných strát při ústředním vytápění. Český normalizační institut, 1994.
- [16] Obnova domov - Senica + Rozptyl [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://www.osbdsenica.sk/index.php?page=dom&zobraz=131> .
- [17] PETRTYL, Zdeněk. Jak vyhodnotit přínosy a návratnost zateplení domu - doba návratnosti [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/4760.jak-vyhodnotit-prinosy-a-navratnost-zatepleni-domu-doba-navratnosti>.
- [18] Akú životnosť má zateplenie? A ako ju možno čo najviac predĺžiť? [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <http://epssr.sk/?p=3128>.

- [19] OLŠAVSKÝ, Peter. Vonkajšia výpočtová teplota pre mestá na Slovensku [online]. [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <http://stavebnictvo.sk/profiles/blogs/vonkajsia-vypoctova-teplota>.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

značka	jednotka	názov veličiny
B	$[Pa^{0,67}]$	charakteristické číslo budovy
CF	$[€]$	ročná úspora nákladov
d	$[m]$	hrúbka materiálu
i_{LV}	$[m^3 \cdot s^{-1} / m \cdot Pa^{0,67}]$	súčiniteľ spárovej prievzdušnosti daný typom okien a vonkajších dverí
IN	$[€]$	investičný výdaj
L	$[m]$	dĺžka spár okien a vonkajších dverí
M	$[-]$	charakteristické číslo miestnosti
n_h	$[h^{-1}]$	intenzita výmeny vzduchu
p_1	$[-]$	prirážka na vyrovnanie vplyvu chladných konštrukcií
p_2	$[-]$	prirážka na urýchlenie zátopu
p_3	$[-]$	prirážka na svetovú stranu
R	$[m^2 K / W]$	tepelný odpor
S	$[m^2]$	plocha stavebnej konštrukcie
t_e	$[°C]$	vonkajšia výpočtová teplota vzduchu
t_i	$[°C]$	vnútorná výpočtová teplota vzduchu
t_m	$[°C]$	súčtová teplota
$t_{m,e}$	$[°C]$	priemerná ročná vonkajšia teplota
t_p	$[°C]$	teplota na vnútornom povrchu stavebnej konštrukcie
T_s	$[rok]$	doba návratnosti
U	$[W / (m^2 K)]$	súčiniteľ prestupu tepla
V_{mi}	$[m^3]$	vnútorný objem miestnosti i
V_{vh}	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	objemový tok vetracieho vzduchu miestnosti i
V_{Vi}	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	objemový tok vetracieho vzduchu miestnosti i
V_{vp}	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	objemový tok vetracieho vzduchu pre prirodzené vetranie infiltráciou miestnosti i
Q_i	$[W]$	celková tepelná strata miestnosti i
Q_{Vi}	$[W]$	tepelná strata vetraním miestnosti i
Q_{pi}	$[W]$	konečná tepelná strata prestupom tepla miestnosti i
Q_{Zi}	$[W]$	trvalý tepelný zisk miestnosti i
Q_{0i}	$[W]$	základná tepelná strata prestupom tepla miestnosti i bez prirážok

φ	[%]	relatívna vlhkosť vzduchu
λ	$[W/mK]$	súčiniteľ tepelnej vodivosti

n.p.	nadzemné podlažie
p.p.	podzemné podlažie

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha A – Vonkajšia výpočtová teplota pre mestá na Slovensku

Príloha B – Výkres pôdorysu I. p.p.

Príloha C – Výkres pôdorysu I. n.p.

Príloha D – Výkres pôdorysu II.-VIII. n.p.

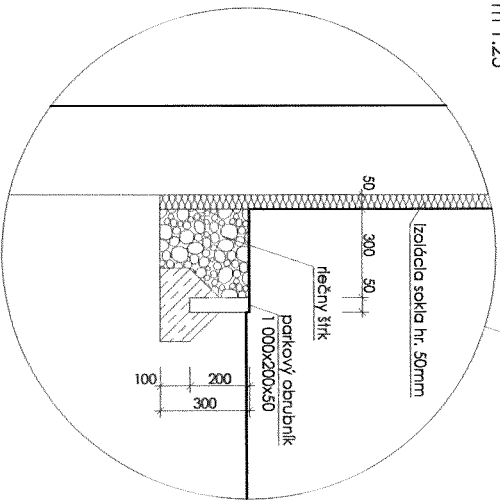
Príloha E – Výpočet tepelných strát pôvodného bytového domu

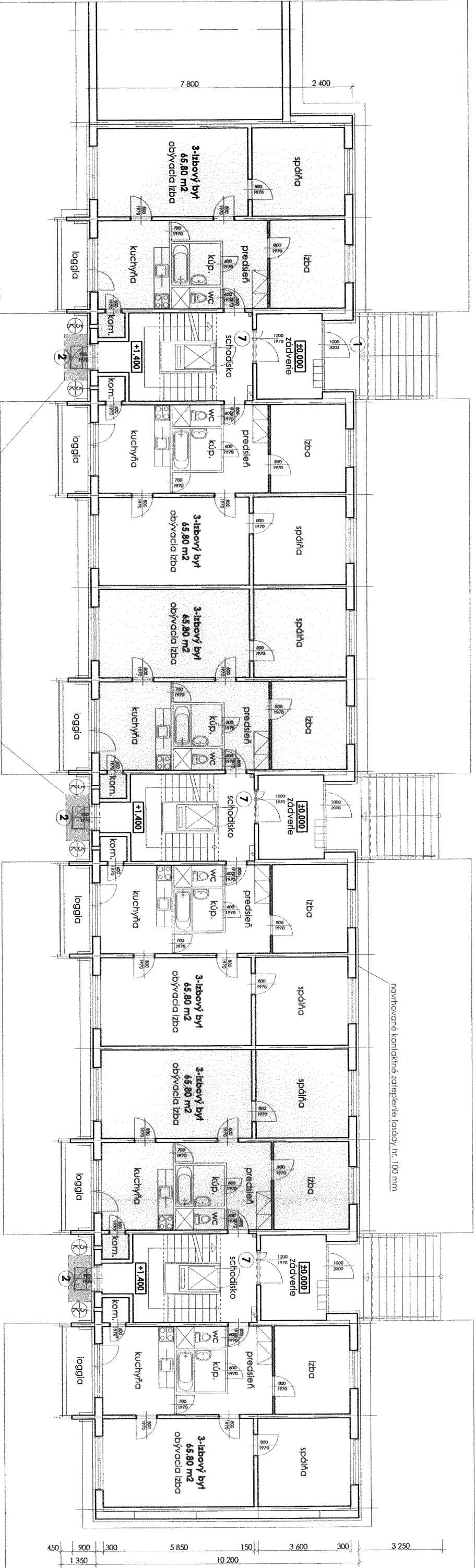
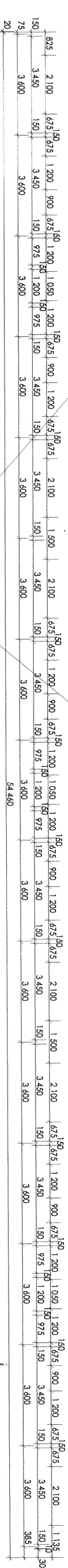
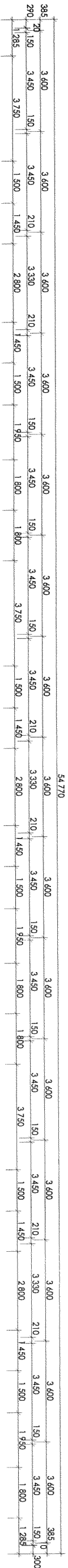
Príloha F – Výpočet tepelných strát súčasného bytového domu

Príloha A

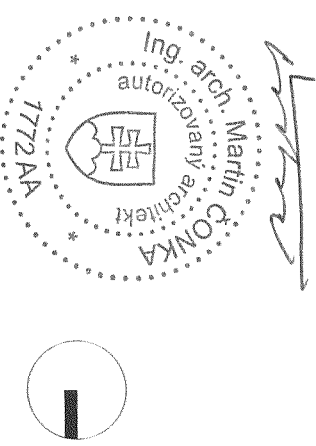
(upravené) [19]

Geografická zóna	Vonkajšia výpočtová teplota t_e [°C]	denná priemerná teplota pre január [°C]	Vykurovacie obdobie (počet dní)
Banská Bystrica	-15	-4,2	223
Bratislava	-11	-1,6	202
Dolný Kubín	-16	-4,6	247
Litovský Mikuláš	-16	-5,3	253
Nitra	-11	-1,9	206
Prešov	-15	-3,9	218
Rožňava	-15	-3,8	223
Senica	-12	-2,0	210
Topoľčany	-11	-1,8	213
Trnava	-11	-1,9	207
Žilina	-15	-4,0	232

4

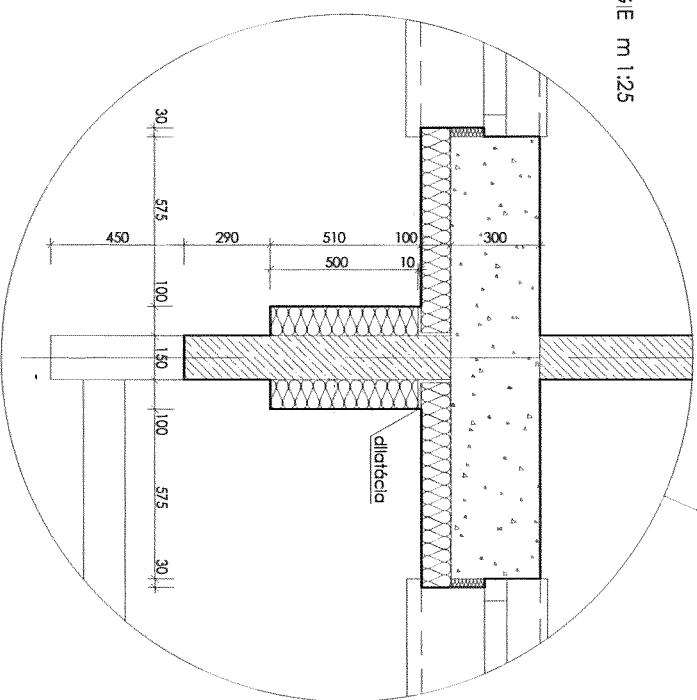
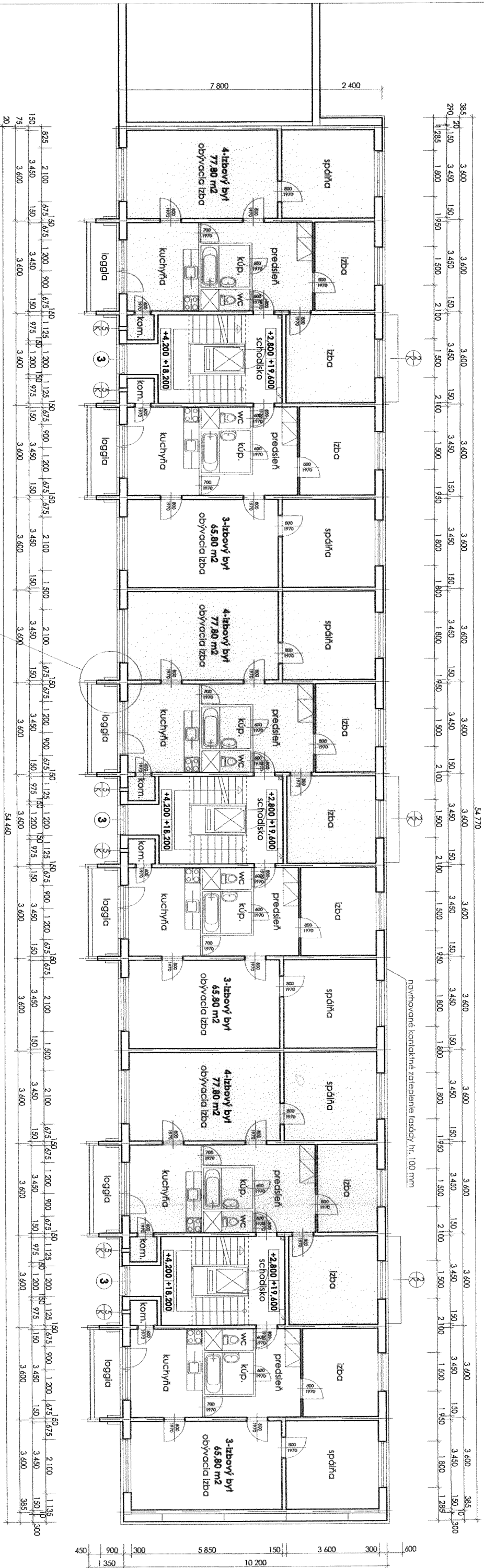


KONZOLA NAD ZADNÝM VSTUPOM 3.KS.



±0,000 = +209,00

ZMENA		VYKONAL		DÁTUM		PODPIS	
C	b	d	e	f	g	h	i
VYPRACOVAL		KONTROLOVAL		ZODP. PROJEKTANT		Ing. arch. Martin Čonka - autorizovaný architekt	
Ing. arch. Čonka		Ing. arch. Čonka		Ing. arch. Čonka		Kapitálské 1098/9, 90501 SENICA	
Miesto stavby		Senica, Solinské 14/5		Ing. arch. Čonka		0903/723945, martin.conka77@gmail.com	
INVESTOR		OSBD Senica		FORMAT		2 x A4	
STAVBA		Obnova bytového domu		DÁTUM		mdj 2012	
OBJEKT		Obnova bytového domu		ÚČEL		Číslo zakázky 04/2012	
ČASŤ		Pôdorys I. n.p.		KÓD PRE POČÍTAC		Číslo kópie	
OBSAH		Mierka 1 : 150		Číslo výkresu		Sa-03	



ZMENA		VYKONAL		PODPIS	
a					
b					
c					
VYPRACOVANÝ	KONTROLOVANÝ	ZODP. PROJEKTANT	Ing. arch. Martin Čonka - autorizovaný architekt Kaplninská 1090/9, 90001 SENICA 0903/723945, martin.conka77@gmail.com		
Ing. arch. Čonka	Ing. Bodura	Ing. arch. Čonka	FORMÁT		
MIESTO STAVBY	Senica, Solnícka 1475		2 x A4		
INVESTOR	OSBD Senica		DÁTUM	máj 2012	
STAVBA	Obnova bytového domu				
OBJEKT	ČÍSLO ZAKAZKY 04/2012				
	ČÍSLO KÓPIE				
ČASŤ	KÓD PRE POČÍTAČ				
OSBSAH	MIERKA				
	1 : 150				
	ČÍSLO VÝKRESU				
	Sa-04				

Príloha E

I. p.p.															
miestnosť		Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
miestnosť v ľavom hornom rohu	pod terénom		2,1	1,6	3,36	3,36	0,92	5	15,456	508,8048	0,67137	0,100706	0	0	560,0443
			3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392						
	nad terénom	podlaha	3,45	3,6	12,42	12,42	1,03	5	63,963						
			2,1	1,2	2,52	2,52	0,886	17	37,95624						
			3,45	1,2	4,14	2,88	0,886	17	43,37856						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	2,8	17	59,976						
		strop	3,45	3,6	12,42	12,42	1,41	15	262,683						
kočky/ meranie ÚK/ práčovňa/ žehliareň	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	455,39256	0,600893	0,090134	0	0	496,4389
		podlaha	3,45	3,6	12,42	12,42	1,03	5	63,963						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,886	17	43,37856						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	2,8	17	59,976						
		strop	3,45	3,6	12,42	12,42	1,41	15	262,683						
bicykle	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	354,07068	0,467198	0,07008	0	0	378,8838
		podlaha	3,45	3,4	11,73	11,73	1,03	5	60,4095						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	4,14	0,886	17	62,35668						
		strop	3,45	3,4	11,73	11,73	1,41	5	82,6965						
		stena od schodiska	3,45	2,8	9,66	8,084	2,6	5	105,092						
		dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	5	18,124						

[illegible]

I. p.p.															
miestnosť		Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
miestnosť v pravom hornom rohu	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	564,52692	0,744896	0,111734	0	0,05	655,8303
			3,6	1,6	5,76	5,76	0,92	5	26,496						
		podlaha	3,45	3,6	12,42	12,42	1,03	5	63,963						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,886	17	43,37856						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	2,8	17	59,976						
			3,6	1,2	4,32	3,78	0,886	17	56,93436						
		okno	0,9	0,6	0,54	0,54	2,8	17	25,704						
pivnice v ľavom dolnom rohu	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	678,105435	0,600686	0,090103	0	0,05	773,11
		podlaha	3,45	5,85	20,1825	20,1825	1,03	5	103,93988						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,886	17	43,37856						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	2,8	17	59,976						
		strop	3,6	5,85	21,06	21,06	1,41	15	445,419						
pivnice so stenou so schodiskom	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	888,681435	0,787221	0,118083	0	0,05	1038,054
		podlaha	3,45	5,85	20,1825	20,1825	1,03	5	103,93988						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,886	17	43,37856						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	2,8	17	59,976						
		strop	3,6	5,85	21,06	21,06	1,41	15	445,419						
		stena so	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	5	192,452						
		dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	5	18,124						

[illegible]

I. p.p.															
miestnosť		Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
komora	pod terénom		0,975	1,6	1,56	1,56	0,92	5	7,176	91,05954	0,635403	0,09531	0	0,05	104,2914
		podlaha	0,975	1,2	1,17	1,17	1,03	5	6,0255						
	nad terénom		0,975	1,2	1,17	1,17	0,886	17	17,62254						
		strop	0,975	1,2	1,17	1,17	1,41	15	24,7455						
		stena so schodiskom	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	5	35,49						
schodisko	pod terénom		1,2	1,6	1,92	1,92	0,92	10	17,664	633,012	0,33262	0,049893	0	0,05	696,2454
		podlaha			17,6325	17,6325	1,03	10	181,61475						
	nad terénom		1,2	1,2	1,44	1,44	0,886	22	28,06848						
		stena s bicyklami	3,45	2,8	9,66	8,084	2,6	5	105,092						
	počet 3	dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	5	18,124						
	počet 2	stena s pivnicami	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	5	192,452						
	počet 2	stena s	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	5	35,49						
pivnice v pravom dolnom rohu	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	808,33755	0,71605	0,107407	0	0,05	935,5759
			5,85	1,6	9,36	9,36	0,92	5	43,056						
		podlaha	3,45	5,85	20,1825	20,1825	1,03	5	103,93988						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,886	17	43,37856						
			5,85	1,2	7,02	7,02	0,886	17	105,73524						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	2,8	17	59,976						
sušiareň	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	455,39256	0,600893	0,090134	0	0,05	519,2085
		podlaha	3,45	3,6	12,42	12,42	1,03	5	63,963						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,886	17	43,37856						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	2,8	17	59,976						
		strop	3,45	3,6	12,42	12,42	1,41	15	262,683						

[illegible]

[illegible]

I. n.p.			PROSTREDNÉ 3-IZBOVÉ BYTY											
miestnosť	Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S ₀	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q _{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q _{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k _c	p ₁	p ₂	p ₃	celkom Q _p
	[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
spálňa		3,45	2,8	9,66	7,32	0,65	32	152,256	512,283	0,24889372	0,037334	0	0	531,4086029
	okno	1,8	1,3	2,34	2,34	1,3	32	97,344						
	podlaha	3,45	3,6	12,42	12,42	1,41	15	262,683						
izba		3,45	2,8	9,66	7,71	0,65	32	160,368	632,7359	0,3198479	0,047977	0	0	663,0927869
	okno	1,5	1,3	1,95	1,95	1,3	32	81,12						
	1	2,8	2,8	2,8	0,574	32	51,4304							
	stena so záďverím	2,6	2,8	7,28	7,28	1,26	10	91,728						
	podlaha	3,45	3,4	11,73	11,73	1,41	15	248,0895						
obývací miestnosť		3,45	2,8	9,66	6,93	0,65	32	144,144	684,57188	0,23141188	0,034712	0	0,05	742,5631783
	okno	2,1	1,3	2,73	2,73	1,3	32	113,568						
	podlaha	3,45	5,85	20,1825	20,1825	1,41	15	426,859875						
kuchyňa predsieň komora WC kúpeľňa	kuchyňa	3,45	2,8	9,66	6,12	0,65	32	127,296	1295,5123	0,36649399	0,054974	0	0,05	1431,507508
	okno	1,2	1,3	1,56	1,56	1,3	32	64,896						
	balkon. dvere	0,9	2,2	1,98	1,98	1,3	32	82,368						
	stena schodisko	5,85	2,8	16,38	17,534	2,6	10	455,884						
		0,975	2,8	2,73		2,6	10							
	dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
	komora	0,975	2,8	2,73	2,73	0,65	32	56,784						
	podlaha	3,45	6,13	21,1485	21,1485	1,41	15	447,290775						
		0,975	1,2	1,17	1,17	1,41	15	24,7455						

[illegible]

[illegible]

[illegible]

	I. n.p.		SCHODISKO										
Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904	1234,9881	0,6489315	0,09733973	0	0,05	1416,95091
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904						
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
stena vchodová	1,05	2,8	2,94	1,167	0,65	22	16,6881						
dvere vchodové	0,9	1,97	1,773	1,773	6	22	234,036						
podlaha			17,6325	17,6325	1,41	0	0						
	I. n.p.		ZÁDVERIE										
Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
	2,6	2,8	7,28	7,28	1,26	10	91,728	803,7041	0,7230624	0,10845936	0	0	890,873332
	2,6	2,8	7,28	7,28	1,26	10	91,728						
	3,33	2,8	9,324	7,324	0,65	22	104,7332						
podlaha	3,33	2,6	8,658	8,658	1,41	5	61,0389						
strop	3,33	2,6	8,658	8,658	2,2	10	190,476						
vchodové dvere	1	2	2	2	6	22	264						

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

	II. n.p.	SCHODISKO											
Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904	1357,26	0,71318001	0,106977	0	0,05	1570,319
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904						
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	3,45	2,8	9,66	9,66	2,6	10	251,16						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
	1,2	2,8	3,36	1,8	0,65	22	25,74						
okno	1,2	1,3	1,56	1,56	2,8	22	96,096						

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

III.-VII. n.p.	SCHODISKO												
Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904	1357,26	0,71318	0,106977	0	0,05	1570,3186
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904						
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	3,45	2,8	9,66	9,66	2,6	10	251,16						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
	1,2	2,8	3,36	1,8	0,65	22	25,74						
okno	1,2	1,3	1,56	1,56	2,8	22	96,096						

[illegible]

[illegible]

VIII. n.p.	4-IZBOVÝ BYT VĽAVO													
miestnosť	otvorové konštrukcie	počet	char. číslo budovy B [Pa ^{0,67}]	char. číslo miestnosti M [-]				vnútorný objem miestnosti V _m	intenzita výmeny vzduchu n _h	Objemový tok vetracieho vzduchu V _{vh}		tepelná strata vetraním Q _v		celková tepelná strata
			9		0,4									
			prievzdušnosť otvorových konštrukcií i	dĺžka spáry L	objemový tok infiltráciou V _{vp}	celkom V _{vp}								
	[-]	[-]	[10 ⁻⁴ · m ³ s ⁻¹ /m.Pa ^{0,67}]	[m]	[m ³ /s]	[m ³ /s]		m ³	h ⁻¹	m ³ s ⁻¹		[W]		[W]
spálňa	okno	1	1	7,9	0,002844	0,002844		34,776	0,5	0,00483		200,928		695,0899
izba	okno	1	1	5,1	0,001836	0,001836		22,701	0,5	0,003152917		131,1613		454,7916
izba	okno	1	1	5,1	0,001836	0,001836		34,776	0,5	0,00483		200,928		831,4401
obývacia miestnosť	okno	1	1	8,6	0,003096	0,003096		56,511	0,5	0,00784875		326,508		796,7345
kuchyňa predsieň komora WC kúpeľňa	balkón	1	1	6,4	0,002304	0,00396		69,3588	0,5	0,009633167		400,7397		1551,73
	okno	1	1	4,6	0,001656									
													celkom	4329,786

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

	VIII. n.p.	SCHODISKO											
Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904	1465,8762	0,77025301	0,115538	0	0,05	1708,534
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904						
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	3,45	2,8	9,66	9,66	2,6	10	251,16						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
	1,2	2,8	3,36	1,8	0,65	22	25,74						
okno	1,2	1,3	1,56	1,56	2,8	22	96,096						
strop			17,6325	17,6325	0,28	22	108,6162						

[illegible]

Príloha F

I. p.p.															
miestnosť		Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S ₀	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q _{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q _{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k _c	p ₁	p ₂	p ₃	celkom Q _p
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
miestnosť v ľavom hornom rohu	pod terénom		2,1	1,6	3,36	3,36	0,92	5	15,456	235,716	0,3110284	0,046654	0	0	246,7132
			3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392						
		podlaha	3,45	3,6	12,42	12,42	0,58	5	36,018						
	nad terénom		2,1	1,2	2,52	2,52	0,25	17	10,71						
			3,45	1,2	4,14	2,88	0,25	17	12,24						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	1,3	17	27,846						
		strop	3,45	3,6	12,42	12,42	0,58	15	108,054						
kočíky/ meranie ÚK/ práčovňa/ žehliareň	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	209,55	0,2765023	0,041475	0	0	218,2412
		podlaha	3,45	3,6	12,42	12,42	0,58	5	36,018						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,25	17	12,24						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	1,3	17	27,846						
		strop	3,45	3,6	12,42	12,42	0,58	15	108,054						
bicykle	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	234,237	0,3090769	0,046362	0	0	245,0966
		podlaha	3,45	3,4	11,73	11,73	0,58	5	34,017						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	4,14	0,25	17	17,595						
		strop	3,45	3,4	11,73	11,73	0,58	5	34,017						
		stena od schodiska	3,45	2,8	9,66	8,084	2,6	5	105,092						
		dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	5	18,124						

[illegible]

I. p.p.															
miestnosť		Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
miestnosť v pravom hornom rohu	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	254,406	0,33569	0,050353	0	0,05	279,9365
			3,6	1,6	5,76	5,76	0,92	5	26,496						
	nad terénom	podlaha	3,45	3,6	12,42	12,42	0,58	5	36,018						
			3,45	1,2	4,14	2,88	0,25	17	12,24						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	1,3	17	27,846						
			3,6	1,2	4,32	4,32	0,25	17	18,36						
pivnice v ľavom dolnom rohu	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	307,22925	0,2721528	0,040823	0	0,05	335,1327
		podlaha	3,45	5,85	20,1825	20,1825	0,58	5	58,52925						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,25	17	12,24						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	1,3	17	27,846						
		strop	3,6	5,85	21,06	21,06	0,58	15	183,222						
pivnice so stenou so schodiskom	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	517,80525	0,4586873	0,068803	0	0,05	579,3221
		podlaha	3,45	5,85	20,1825	20,1825	0,58	5	58,52925						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,25	17	12,24						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	1,3	17	27,846						
		strop	3,6	5,85	21,06	21,06	0,58	15	183,222						
		stena so schodiskom (včetně steny komory so schodiskom)	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	5	192,452						
		dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	5	18,124						

[illegible]

I. p.p.															
miestnosť		Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S ₀	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q _{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q _{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k _c	p ₁	p ₂	p ₃	celkom Q _p
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
komora	pod terénom		0,975	1,6	1,56	1,56	0,92	5	7,176	61,2105	0,4271195	0,064068	0	0,05	68,19266
		podlaha	0,975	1,2	1,17	1,17	0,58	5	3,393						
	nad terénom		0,975	1,2	1,17	1,17	0,25	17	4,9725						
		strop	0,975	1,2	1,17	1,17	0,58	15	10,179						
		stena so schodiskom	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	5	35,49						
schodisko	pod terénom		1,2	1,6	1,92	1,92	0,92	10	17,664	633,012	0,3326198	0,049893	0	0,05	696,2454
		podlaha			17,6325	17,6325	0,58	10	102,2685						
	nad terénom		1,2	1,2	1,44	1,44	0,25	22	7,92						
		stena s bicyklami	3,45	2,8	9,66	8,084	2,6	5	105,092						
	počet 3	dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	5	18,124						
	počet 2	stena s pivnicami	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	5	192,452						
	počet 2	stena s komorou	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	5	35,49						
pivnice v pravom dolnom rohu	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	372,486	0,3299592	0,049494	0	0,05	409,5461
			5,85	1,6	9,36	9,36	0,92	5	43,056						
		podlaha	3,45	5,85	20,1825	20,1825	0,58	5	58,52925						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,25	17	12,24						
			5,85	1,2	7,02	7,02	0,25	17	29,835						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	1,3	17	27,846						
		strop	3,45	5,85	20,1825	20,1825	0,58	15	175,58775						
sušiareň	pod terénom		3,45	1,6	5,52	5,52	0,92	5	25,392	209,55	0,2765023	0,041475	0	0,05	228,7187
		podlaha	3,45	3,6	12,42	12,42	0,58	5	36,018						
	nad terénom		3,45	1,2	4,14	2,88	0,25	17	12,24						
		okno	2,1	0,6	1,26	1,26	1,3	17	27,846						
		strop	3,45	3,6	12,42	12,42	0,58	15	108,054						

[illegible]

I. n.p.			3-IZBOVÝ BYT VĽAVO											
miestnosť	Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	ρ_1	ρ_2	ρ_3	celkom Q_p
	-]	[m]	[m]	[m^2]	[m^2]	[W/ m^2K]	[K]	[W]	[W]	[W/ m^2K]	-]	-]	-]	[W]
spálňa		2,1	2,8	5,88	5,88	0,23	32	43,2768	307,2348	0,14927064	0,022391	0	0	314,114
		3,45	2,8	9,66	7,32	0,25	32	58,56						
	okno	1,8	1,3	2,34	2,34	1,3	32	97,344						
	podlaha	3,45	3,6	12,42	12,42	0,58	15	108,054						
izba		3,45	2,8	9,66	7,71	0,25	32	61,68	358,979	0,18146383	0,02722	0	0	368,7503
	okno	1,5	1,3	1,95	1,95	1,3	32	81,12						
		1	2,8	2,8	2,8	0,25	32	22,4						
	stena so zádverím	2,6	2,8	7,28	7,28	1,26	10	91,728						
	podlaha	3,45	3,4	11,73	11,73	0,58	15	102,051						
obývacia miestnosť		3,45	2,8	9,66	6,93	0,25	32	55,44	344,59575	0,11648675	0,017473	0	0,05	367,8467
	okno	2,1	1,3	2,73	2,73	1,3	32	113,568						
	podlaha	5,85	3,45	20,1825	20,1825	0,58	15	175,58775						
kuchyňa predsieň komora WC kúpeľňa	kuchyňa	3,45	2,8	9,66	6,12	0,25	32	48,96	904,36695	0,25584092	0,038376	0	0,05	984,2914
	okno	1,2	1,3	1,56	1,56	1,3	32	64,896						
	balkon. dvere	0,9	2,2	1,98	1,98	1,3	32	82,368						
	stena so schodiskom	5,85	2,8	16,38	17,534	2,6	10	455,884						
	stena komory so schodiskom	0,975	2,8	2,73		2,6	10							
	dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
	komora	0,975	2,8	2,73	2,73	0,25	32	21,84						
	podlaha	3,45	6,13	21,1485	21,1485	0,58	15	183,99195						
		0,975	1,2	1,17	1,17	0,58	15	10,179						

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

	I. n.p.		SCHODISKO												
Prvok	dĺžka	a	výška	b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
[-]	[m]		[m]		[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
	5,85		2,8		16,38	14,804	2,6	10	384,904	1047,2412	0,55027886	0,082542	0	0,05	1186,044
	0,975		2,8		2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	5,85		2,8		16,38	14,804	2,6	10	384,904						
	0,975		2,8		2,73	2,73	2,6	10	70,98						
dvere	0,8		1,97		1,576	1,576	2,3	10	36,248						
dvere	0,8		1,97		1,576	1,576	2,3	10	36,248						
stena vchodová	1,05		2,8		2,94	1,167	0,25	22	6,4185						
dvere vchodové	0,9		1,97		1,773	1,773	1,45	22	56,5587						
podlaha					17,6325	17,6325	0,58	0	0						
	I. n.p.		ZÁDVERIE												
Prvok	dĺžka	a	výška	b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_0	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
[-]	[m]		[m]		[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
	2,6		2,8		7,28	7,28	1,26	10	91,728	503,1222	0,45264015	0,067896	0	0	537,2822
	2,6		2,8		7,28	7,28	1,26	10	91,728						
	3,33		2,8		9,324	7,324	0,25	22	40,282						
podlaha	3,33		2,6		8,658	8,658	0,58	5	25,1082						
strop	3,33		2,6		8,658	8,658	2,2	10	190,476						
vchodové dvere	1		2		2	2	1,45	22	63,8						

[illegible]

[illegible]

II. n.p.	4-IZBOVÝ BYT VĽAVO													
miestnosť	otvorové konštrukcie	počet	char. číslo budovy B [Pa ^{0,67}]	char. číslo miestnosti M [-]				vnútorný objem miestnosti V _m	intenzita výmeny vzduchu n _h	Objemový tok vetracieho vzduchu V _{vh}		tepelná strata vetraním Q _v		celková tepelná strata
			9	0,4										
			prievzdušnosť otvorových konštrukcií i	dĺžka spáry L	objemový tok infiltrácie u V _{vp}	celkom V _{vp}								
	[-]	[-]	[10 ⁻⁴ . m ³ s ⁻¹ /m.Pa ^{0,67}]	[m]	[m ³ /s]	[m ³ /s]		m ³	h ⁻¹	m ³ s ⁻¹		[W]		[W]
spálňa	okno	1	1	7,9	0,002844	0,002844		34,776	0,5	0,00483		200,928		403,0001
izba	okno	1	1	5,1	0,001836	0,001836		22,701	0,5	0,00315292		131,1613		275,9243
izba	okno	1	1	5,1	0,001836	0,001836		34,776	0,5	0,00483		200,928		1051,836
obývacia miestnosť	okno	1	1	8,6	0,003096	0,003096		56,511	0,5	0,00784875		326,508		505,4147
kuchyňa predsieň komora WC kúpeľňa	balkón	1	1	6,4	0,002304	0,00396		69,3588	0,5	0,00963317		400,7397		1165,576
	okno	1	1	4,6	0,001656									
												celkom		3401,751

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

	II. n.p.	SCHODISKO											
Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904	1289,94	0,67780633	0,101671	0	0,05	1485,586
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904						
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	3,45	2,8	9,66	9,66	2,6	10	251,16						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
	1,2	2,8	3,36	1,8	0,25	22	9,9						
okno	1,2	1,3	1,56	1,56	1,3	22	44,616						

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

III.-VII. n.p.	3-IZBOVÝ BYT VPRAVO												
miestnosť	otvorové konštrukcie	počet	char. číslo budovy B [Pa ^{0,67}]	char. číslo miestnosti M [-]				vnútorný objem miestnosti V _m	intenzita výmeny vzduchu n _h	Objemový tok vetracieho vzduchu V _{vh}	tepelná strata vetraním Q _v		celková tepelná strata
			9	0,4									
			prievzdušnosť otvorových konštrukcií i	dĺžka spáry L	objemový tok infiltráciou V _{vp}	celkom V _{vp}							
	[-]	[-]	[10 ⁻⁴ · m ³ s ⁻¹ /m.Pa ^{0,67}]	[m]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	m ³	h ⁻¹	m ³ s ⁻¹		[W]		[W]
spálňa	okno	1	1	7,9	0,002844	0,002844	34,776	0,5	0,00483		200,928		446,3838
izba	okno	1	1	5,1	0,001836	0,001836	32,844	0,5	0,004561667		189,7653		334,1115
obývací miestnosť	okno	1	1	8,6	0,003096	0,003096	56,511	0,5	0,00784875		326,508		634,8026
kuchyňa predsieň komora WC kúpeľňa	balkón	1	1	6,4	0,002304	0,00396	62,4918	0,5	0,008679417		361,0637		1128,172
	okno	1	1	4,6	0,001656								
												celkom	2543,47

	III.-VII. n.p.		SCHODISKO										
Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904	1289,94	0,67780633	0,101671	0	0,05	1485,586
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904						
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	3,45	2,8	9,66	9,66	2,6	10	251,16						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
	1,2	2,8	3,36	1,8	0,25	22	9,9						
okno	1,2	1,3	1,56	1,56	1,3	22	44,616						

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

	VIII. n.p.	SCHODISKO											
Prvok	dĺžka a	výška b	plocha S_0	plocha s otvorom S	suč. prestupu tepla U	rozdiel teplot ΔT	Straty prestupom Q_{p0}	Súčet strát prestupom cez všetky steny Q_{p0}	priemerný suč. prestupu tepla k_c	p_1	p_2	p_3	celkom Q_p
[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[W/m ² K]	[K]	[W]	[W]	[W/m ² K]	[-]	[-]	[-]	[W]
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904	1336,4898	0,70226619	0,10534	0	0,05	1544,1
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	5,85	2,8	16,38	14,804	2,6	10	384,904						
	0,975	2,8	2,73	2,73	2,6	10	70,98						
	3,45	2,8	9,66	9,66	2,6	10	251,16						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
dvere	0,8	1,97	1,576	1,576	2,3	10	36,248						
	1,2	2,8	3,36	1,8	0,25	22	9,9						
okno	1,2	1,3	1,56	1,56	1,3	22	44,616						
strop			17,6325	17,6325	0,12	22	46,5498						

[illegible]